مجلة تاريخ العلوم العربية





جامعة حلب ـ سورية

معهد التراث العلمي العربي

مجلة تاريخ العلوم العربية

المجلد الرابع | العدد الأول | أيار ١٩٨٠

محتويات العدد

القسم العربي

الابحــاث :

ملخصات الابحاث المنشورة في القسم الاجنبي

مراجعات الكتب

مجلة تاريخ العلوم العربية

سدر مجـلة تاريخ العلوم العربية عن معهد التراث العلمي العـربي مرتين كل عام
ـلي الربيـع والخريف) • يرجى ارسال نسختين من كل بحث أو مقـال الى :
لب ـ معهد التراث العلمي العربي •

جه كافة المراسلات الخاصة بالاشتراكات والاعلانات والأمـور الادارية الى العنوان
يرسل المبلغ المطلوب من خارج سورية بالـدولارات الاميركية بموجب شيـكات باسم
ـ السورية لتاريخ العلوم

قيمة الاشتراك السنوي :

المجلد الاول أو الثاني (١٩٧٧ ، ١٩٧٨)

بالبريد العادي المسجل : ٢٥ ليرة سورية أو ٦ دولارات أميركية
بالبريد الجوي المسجل : ٤٢ ليرة سورية أو ١٠ دولارات أميركية

المجلد الثالث أو الرابع (١٩٧٩ ، ١٩٨٠)

بالبريد العادي المسجل : كافة البلدان ١٠ دولارات أميركية
بالبريد الجوي المسجل : البلاد العربية والاوروبية ١٢ دولاراً أميركياً
آسيا وأفريقيا ١٥ دولاراً أميركياً
الولايات المتحدة ، كندا واستراليا ١٧ دولاراً أميركياً

مطبعة جامعة حلب

فلكي من دمشق

يرد على هيئة بطليموس

جورج صليبا *

— ١ —

مقدمة :

لا يزال القارىء العربي حتى يومنا هذا محروماً من انتاج مؤرخي علم الفلك الذي بدأ يظهر خلال السنوات العشرين الاخيرة والذي يمس بشكل جذري خطير قضية اصالة علم الفلك العربي . فالابحاث التي اقصدها في هذا المجال هي التي قام بها فريق من المستشرقين والعرب ونُشرت كلها ، وما تزال تُنشر الى الآن ، باللغات الاوروبية . اما موضوع هذه الابحاث فيدور حول الاعمال الفلكية الخاصة بهيئة الكواكب والتي عدّلت هيئة بطلميوس ، وهي التي تركزت في اعمال مدرسة مراغه وانتهت بهيئة ابن الشاطر الدمشقي .

لذلك اراني مضطراً ان استعرض ولو بشكل سريع جداً تاريخ بعض المشكلات الواردة في علم الفلك اليوناني وتاريخ اعمال الفلكيين العرب كما نعرفها حتى الآن .

إنّ المعطيات التي تسلّمها العامل في الهيئة اليونانية والتي اقرّها بطلميوس تشمل فيما تشمل المسلّمة التالية : ان الكواكب ترسم في افلاكها دوائر بحيث يقطع الكوكب الواحد قسياً متشابهة من مداره في ازمنة متشابهة . ولكن الهيئة التي خلّفها بطلميوس في كتابيه « المجسطي » و « الاقتصاص » قد خالفت هذه المعطيات الاساسية واورثت العرب هيئة بطلميّة تتناقض نتائجها مع معطياتها . ففي هيئة الكواكب العليا مثلاً : اصّل بطلميوس

* جامعة كولومبيا – الولايات المتحدة الأميركية .

هيئة بحيث يدور فيها الكوكب بحركة منتظمة حول مركز فلك سمّاه فلك معدّل المسير ، وليس حول مركز حامله كما هو المفروض .

وهكذا استمرت هذه التناقضات في هيئة بطلميوس ومن أخذ عنه من الفلكيين العرب الى أن تعرض لها ، مع من تعرض لها ، ابن الهيثم بان اثار عليها شكوكاً بشكل جدّي ومنظم في كتابه الذي سمّاه « الشكوك على بطلميوس » . فاذا بكتابه هذا يغدو بمثابة برنامج عمل وتحدّ لعلماء الفلك الذين أتوا من بعده . ونخصّ منهم بالذكر مؤيد الدين العُرْضي ونصير الدين الطوسي وقطب الدين الشيرازي وابن الشاطر وغيرهم اذ بدأ كل منهم بشكوك ابن الهيثم وانتهى بوضع هيئة بديلة لهيئة بطلميوس .

واذا استثنينا المقال الفريد الذي نشره كرادي فو سنة ١٨٩٣[1] عن الهيئة التي ابتكرها الطوسي لافلاك القمر يمكن القول انّ اعمال هؤلاء الفلكيين المذكورين اعلاه قد بقيت مغمورة حتى سنة ١٩٥٧ عندما باشر الدكتور كنيدي وطلابه بنشر هيئة ابن الشاطر واتبعوها بهيئة نصير الدين الطوسي وقطب الدين الشيرازي . كان ذلك في سلسلة من المقالات ظهرت تباعاً في مجلة « ايزيس » الامريكية وجمعت مؤخراً في كتيب صغير بعنوان « ابن الشاطر » نشره معهد التراث العلمي العربي خلال انعقاد الندوة العالمية الاولى ١٩٧٦[2] . اما كتاب « الشكوك على بطلميوس » لابن الهيثم فكان قد نشره كل من الدكتور عبد الحميد صبره ونبيل الشهابي سنة ١٩٧١ عن دار الكتب القاهرية[3] .

فالنتائج التي توصلنا اليها حتى الآن تفيد بان علماء « مدرسة مراغه » ، ابتداءً من الطوسي وانتهاء بابن الشاطر ، تمكنوا من اصلاح الهيئة البطلمية ، كل على قدر طاقته ، حتى اوصلوها على يدي ابن الشاطر لان تُصبح متناسقة منطقية من الناحيتين الرياضية والطبيعية . ومن تتبّع هذه الابحاث يمكننا ان نلاحظ تطور المشكلات الرياضية وتطور الحلول المطروحة ، وما زال البحث على قدم وساق لسبر غور هذه الحلول وتحديد اهميتها .

١ – كرادي فو : « الافلاك السماوية عند نصير الدين الطوسي » ، ملحق ٦ لكتاب تانيري « ابحاث في تاريخ علم الهيئة القديم » باريس ١٨٩٣ ص ٣٣٧ – ٣٧٠ (بالفرنسية) .

٢ – " ابن الشاطر " فلكي عربي من القرن الثامن الهجري ، اعداد الدكتور ا. س. كنيدي وعماد غانم ، منشورات معهد التراث العلمي العربي ، حلب ، ١٩٧٦ .

٣ – ابن الهيثم : " الشكوك على بطلميوس " ، تحقيق الدكتور عبدالحميد صبره والدكتور نبيل الشهابي ، دار الكتب ، القاهرة ، ١٩٧١ .

ليس من الممكن ان استعرض هنا تفاصيل هذه النتائج بشكل شامل . بل باستطاعتنا ان نلفت الانتباه الى الشكل الهندسي المنشور سنة ١٩٦٦[٤] والذي يلخّص اعمال هؤلاء الفلكيين المتعلقة بافلاك الكواكب العليا بالنسبة لوضع هذه الافلاك كما توهمه بطلميوس .

[الرسم ١]

٤ – كنيدي وغانم ، المصدر السابق ص ٩٥ .

نلاحظ ان هذا الملخّص يثبت اعمال جميع هؤلاء العلماء ما عدا مؤيد الدين العرضي . وهكذا يحتاج الآن الى تعديل جذري ، بعدما بينت مؤخراً في مقال نشرته مجلة تاريخ العلوم العربية[5] ، ان الهيئة التي كنّا نحسبها من ابتكار قطب الدين الشيرازي للكواكب العليا ليست له وانما هي من عمل فلكي يلقب بالشيخ الامام في مخطوط اكسفورد « مارش ٦٢١ » . كذلك يبين المقال عينه ان هذا الشيخ كان قد ابتكر هيئته تلك قبل الشيرازي بعشر سنوات على الاقل .

بعدها أُلحقَ هذا المقال بمقال آخر نُشر في مجلة « ايزيس » مؤخراً يثبت ان الشيخ الامام هذا ليس الاّ مؤيد الدين العرضي الدمشقي . وانه لم يكن سابقاً لقطب الدين فحسب بل كان سابقاً للطوسي كذلك[6] .

دعوني الخّص سريعاً برهان هذه الادعاءات . لقد ذكر الشيخ الامام ، في مخطوط اكسفورد ، انّه الّف كتاباً اسمه « كتاب العمل بالكرة الكاملة » . ولا نعرف مؤلفاً لكتاب بهذا العنوان سوى مؤيد الدين العرضي اذ كان قد ذكر ذلك في رسالته في آلات الرصد التي نشر ترجمتها سيمان عام ١٩٢٨[7] . بذلك جاز نسبة مخطوط اكسفورد الى مؤيد الدين العرضي .

وممّا وطّن في نفسي هذه النسبة هو ما اورده المؤرخ التركي آي الدين سايلي في كتابه « المرصد في الاسلام » على لسان مؤيد الدين العرضي مترجماً الى الانكليزية . فاذا بهذه الترجمة تكرر كلمة كلمة ما اورده مخطوط اكسفورد المذكور . ولما كان الدكتور سايلي من الاناس القلائل الذين تمكنوا من الاطلاع على « كتاب الهيئة » للعرضي والمحفوظ في قونية[8] . والذي كنا نظن انه نسخة وحيدة . ثبت عندها ان مخطوط اكسفورد ليس الاّ نسخة اخرى لكتاب الهيئة المذكور .

٥ – جورج صليبا : " المصدر الاصيل لهيئة الكواكب المنسوبة الى قطب الدين الشيرازي " مجلة تاريخ العلوم العربية ، ج ٣ (١٩٧٩) ص ٣ – ١٨ (بالانكليزية والعربية) .

٦ – جورج صليبا : " اول هيئة غير بطلمية في مدرسة مراغه " ، ايزيس ، ج ٧٠ (١٩٧٩) ص ٥٧١ – ٥٧٦ (بالانكليزية) .

٧ – ه. سيمان : " رسالة العرضي في كيفية الارصاد " دورية ايرلنغان ١٩٢٨ ص ١٥ – ١٢٦ (بالالمانية) .

٨ – آي الدين سايلي : " المرصد في الاسلام " ، انقره ١٩٦٠ ص ٤٣٥ (بالانكليزية) .

عندها عدت الى قراءة مخطوط اكسفورد عن كثب . واذا بالعرضي يشتكي فيه من قلة المال والمساعد ، ومن عدم توفر الارصاد الصحيحة في زمانه . فهو يقول : « ولما لم يكن لاهل زماننا وملوك عصرنا ومن له البسطة رغبة في هذا العلم . وقصّر بنا نحن ضعف الحال وكلفة العيال وقلة المساعد ، فلذلك لم نتكلم فيها (اي الاوساط المرصودة) من غير امتحان كما يفعل مصنفو الزيجات بان يزيدوا او ينقصوا من عند انفسهم بلا دليل ولا حجة سوى جهلهم بالطريق التي استخرجت بها هذه الامور »[٩] .

فهذا يثبت فيما يثبت ان هذه الهيئة التي ابتكرها العرضي جاءت قبل ان ينتقل الى مراغه حيث كتب رسالته الشهيرة في آلات الرصد سنة ٦٦٠ هـ[١٠] اذ عندها كان لديه المال والمساعد كما كان لديه الرصد الصحيح خاصة وانه كان قد استدعي خصّيصاً الى مراغه لبناء المرصد هناك سنة ٦٥٧ هـ[١١] .

عندها جاز لنا ان نتساءل فيما اذا كانت هيئة العرضي تلك سابقة للهيئة التي اثبتها الطوسي في كتابه المسمّى « بالتذكرة » . وانحل الاشكال بعد العثور على مقولة ابن الفوطي ، الذي كان يعمل تحت اشراف الطوسي خازناً لكتب مرصد مراغه ، بان الطوسي كتب « تذكرته » استجابة لرغبة عز الدين الزنجاني — نزيل تبريز — عندما وصل الى مراغه بعد ترحال دام عدة سنوات في « ما وراء النهر » وابتدأ حتماً بعد سنة ٦٥٤ هـ اذ في هذه السنة كان الزنجاني ما يزال في بغداد[١٢] .

فابن الفوطي يقول :

« ولما دخل مولانا السعيد نصير الدين تبريز التمس [عز الدين الزنجاني] منه ان يصنّف له شيئاً في علم الهيئة فصنف له كتاب « التذكرة »[١٣] .

ويورد المؤرخ الايراني مدرس رضوي المعلومات الواردة في آخر ورقة من نسخة

٩ — مخطوط بودليان — اكسفورد — مارش ٦٢١ ص ١٥٨ و .
١٠ — سيمان ، ص ٢٧٠ .
١١ — سايلي ، ص ١٩٠ .
١٢ — محمد تقي مدرس رضوي : " أحوال وآثار نصير الدين " طهران ، ١٩٧٦ ص ٤٠٠ وما يلي .
١٣ — ابن الفوطي : " تلخيص معجم الاداب " تحقيق الدكتور مصطفى جواد ، دمشق ١٩٦٢ ، ص ٢٣٤ — ٢٣٥ .

« التذكرة » المحفوظة في ايران ؛ وفيها أُثبتت سنة التأليف على انها ٦٥٩ ه[١٤] ، اي بعد ان تمّ تأسيس مرصد مراغه بسنتين . هكذا يكون العرضي قد اكمل ابتكار هيئته قبل تأليف « تذكرة » الطوسي بسنتين على الأقل .

— ٢ —

من هو مؤيد الدين العرضي ؟

لا نعرف عن مؤيد الدين بن بريك العرضي[١٥] الا القليل النزر . فمصنفو كتب الطبقات ، ومعظمهم معاصروه ، قد أهملوا سيرته . والسبب على الارجح انه لم يتعاط الطب ولا العلوم العربية اللغوية ، اذ معظم هذه المصنفات أُفرزت لهؤلاء ولم يتسع المجال فيها الى المهندسين الذين كانوا في صف العرضي .

فابن أبي اصيبعة مثلاً يورد عرضاً انّ مؤيد الدين العرضي كان يدرّس وهو في دمشق كتاب الاصول الذي الّفه اقليدس . ويورد ذلك في معرض حديثه عن سيرة ابن التمذ الطبيب فيقول : « وقرأ ايضا كتاب اوقليدس على الشيخ مؤيد الدين العرضي وفَهِم هذا الكتاب فَهْماً فتَحَ به مُقفَل اقواله وحلّ مُشكِل أَشكاله » .[١٦]

ولم اعثر الى الآن على أي ذكر للعرضي في أي من كتب الطبقات الاخرى . لذلك نرانا مجبرين على الاعتماد على مؤلفاته عينها لنجمع منها شتات سيرته .

من نسبته الى عُرْض ، البُلَيْدة الواقعة في بر الشام ، على حد تعبير ياقوت[١٧] ، بين تَدمر والرصافة ، يمكن القول بان العرضي قد وُلد في تلك البلدة او تحدَّر من عائلة كانت تقيم فيها . بعدها نزح الى دمشق اذ نستشف من اعماله انه كان يعمل مهندساً في دمشق[١٨] ويُدرّس الرياضيات كما سبق واشرنا اليه وربما تعداها الى علم الهيئة . وذلك قُبيل فتح المغول لبغداد عام ٦٥٦ ه .

١٤ – في اوائل ذي العقدة ؛ مدرس رضوي ، ص ٤٠٠ .
١٥ – هكذا ورد اسمه في مخطوط " كيفية الارصاد " في طهران ، مدرس رضوي ص ٢٢٨ – ٢٢٩ .
١٦ – ابن ابي اصيبعة : " عيون الانباء " ج ٢ ، ص ٢٧٣ .
١٧ – ياقوت ، " معجم البلدان " طبعة صادر ، ١٩٥٧ ، ج ٤ ، ص ١٠٣ .
١٨ – سيمان ، ص ١١١ وما يلي .

وفجأةً نراه يُذكر في اعمال الطوسي على انه في مراغه[19] . والمفهوم من مقدمة الزيج الايلخاني انّ العرضي كان قد استدعي من دمشق للعمل في مرصد مراغه . ولا يُستبعدُ ان يكون العرضي قد ذهب الى مراغه من تلقاء نفسه بحثاً عن عمل او ان يكون أُخذ اسيراً كما أُخذ الطوسيّ نفسه وابن الفوطي وغيرهما .

ومهما كان من امرٍ ، نرى العرضي يكتب رسالته في كيفية الارصاد في مراغه وهو يشعر بغُربة عن اهله ووطنه[20] . ومن سياق حديثه في هذه الرسالة يمكن الجزم بانّه جاء خصيصاً لاقامة آلات الرصد هناك ولبناء مسجدٍ في مراغه كما انه شارك او قام بنفسه ببناء قصر الامير الايلخاني في تلك المدينة . ويورد مدرس رضوي تاريخ وفاته ، نقلاً عن « جامع التواريخ » الرشيدي على انه عام ٦٦٤ هـ[21] .

هذه السيرة المقتضبة تشير الى اشتهار العرضي بالاعمال الهندسية ، وهو الملقب « بقدوة المهندسين »[22] . وكلي ثقة بان الابحاث المقبلة ستكشف الكثير عن حياته التي لا بُد كانت زاخرة بالاحداث في تلك الفترة التاريخية بالذات .

— ٣ —

أعمال العرضي .

نعرف الى الآن ان العرضي الّف الكتب التالية :

ا — « كتاب الهيئة » وهو المقصود في هذه الدراسة ومنه الى الآن نسختان كما اسلفنا ، واحدة في اكسفورد والاخرى في قونية ، وهناك نسخة ثالثة عثر عليها حديثاً في مشهد . اقوم الآن بتحقيق هذا الكتاب واعداده للنشر على امل ان يظهر قريباً ان شاء الله .

ب — « رسالة في كيفية الارصاد وما يُحتاج الى علمه وعمله من الطرق المؤدية الى معرفة عودات الكواكب » . ومن هذه الرسالة عدة نسخ ترجمها سيمان الى الالمانية عام

١٩ — كتب له الطوسي رسالته في " بقاء النفس " ، مدرس رضوي ، ص ٤٦٠ وذكره في مقدمة الزيج الايلخاني .

٢٠ — سيمان : ص ٢٧ .

٢١ — مدرس رضوي ، ص ٢٢٨ — ٢٢٩ .

٢٢ — هكذا يشير اليه الطوسي — مدرس رضوي ٤٦٠ .

[الرســـم ٢]

الصفحة الاولى من « كتاب الهيئة » العرضي ، مارش ٦٢١ ق ٩٥ ظ

بأذن من مكتبة بودليان — اكسفورد

هذه الرجل وصورة النهر ومنها الكوكب الذي في آخر النهر ويسمى الظليم
ومنها الشعرى العبور وهي في فم كلب السفينة وهو الكلب الأكبر
ومن أعظم الكواكب كلها وإليها ينسب أحكام السنة السمورية ومنها
الشعرى الغميصاء وتسمى بالشعرى الشامية وهي إحدى كوكبي
الكلب الأصغر على صدره ومنها كوكب سهيل على مجداف السفينة
ومنها رجل قنطورس اليمنى فهذه أسماء الكواكب الخمسة عشر
التي في القدر الأول وأما الكواكب الباقية فإن أكثرها لم يوضع
لها أسماء فلا نطيل القول بذكرها والله أعلم بحقائقها والحمد لله
رب العالمين والصلوة على سيد الأنبياء محمد وآله أجمعين ٥

وقع الفراغ من نسخه للعبد الفقير
المذنب المحتاج الى رحمة ربه العفور
الحسين بن إبراهيم بن الحسين له الفتح
الحافظ بحمد الله عن عظيم جرمه وحرمه
عن النار بحق جرمه يوم الأحد وقت الظهر
الثامن عشر من شهر ربيع الآخر سنة إحدى
وسبعين وستمائة هجرية نبوية ح

[الرســـــم ٣]

الصفحة الاخيرة من « كتاب الهيئة » للعرضي ، مارش ٦٢١ ق ٢١٤ ظ

بأذن من مكتبة بودليان – اكسفورد

١٩٢٨ وجمعتها مؤخراً الدكتورة سيفيم تكلي مع ترجمة الى الانكليزية والتركية [٢٣].

ج – « رسالة العمل في الكرة الكاملة » . ورد ذكرها في كل من الكتابين السابقين[٢٤] ولم يُعثَرْ الى الآن على نسخة منها . واظن ان المستقبل سيكشف عنها هي الاخرى اذ لا تزال على الارجح بين المخطوطات العديدة المفهرسة خطأً في مكتبات العالم .

د – لقد اورد المؤرخ مدرس رضوي ذكر رسالة للعرضي في « اتمام برهان الشكل الرابع من المقالة التاسعة من المجسطي » وهي محفوظة في آخر مخطوط نسخة « المجسطي » في مشهد ذات الرقم ٥٤٥٢ .[٢٥]

وككل مثقف عربي لقد قرض العرضي بعض الشعر مدح فيه نصير الدين الطوسي وقد وردت هذه الابيات في رسالته في كيفية الارصاد[٣٦] .

– ٤ –

اهمية اعمال العرضي .

لقد ذكرنا سابقاً ان الهيئة التي ابتكرها العرضي كانت بمثابة ردّ على هيئة بطلميوس اذ ان الاخيرة كانت متناقضة مع الاصول الفلكية كما بين ذلك ابن الهيثم في كتابه المذكور اعلاه .

ولكي نتمكن من تقييم أعمال العرضي ، دعوني الخّص الهيئة التي اقترحها بطلميوس لافلاك القمر وابين فيها بعض الشكوك التي اثارها ابن الهيثم وبعدها اصف الهيئة الجديدة التي ابتكرها العرضي ، تاركاً الى وقت لاحق الوصف المسهب لهيئة القمر هذه .

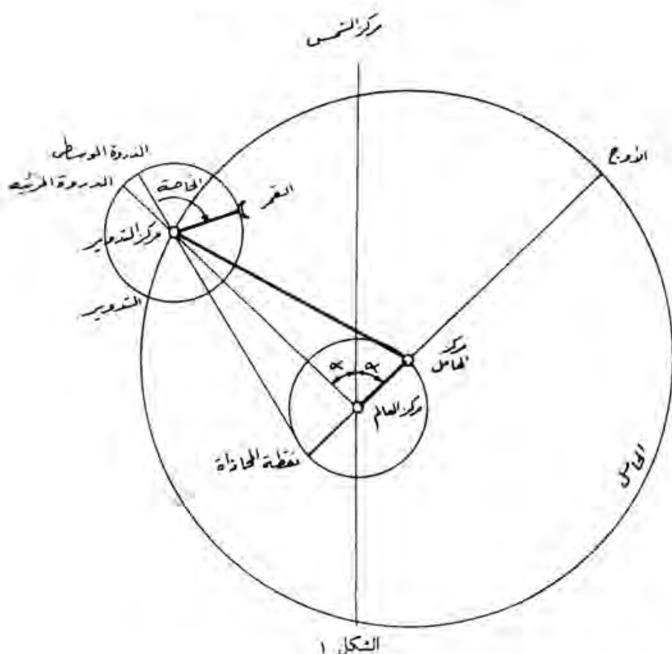
ان الهيئة التي وضعها بطلميوس لافلاك القمر بعد ازالة افلاك الجوزهر والمايل منها ، بُغية السهولة والتقريب ، تتلخّص فيما يلي :

٢٣ – مدرس رضوي ، ص ٢٢٩ – ٢٣٠ ، وسيزكين : " تاريخ التراث العربي " ، ج ٦ ، ص ٢٥ .
Sevim Tekeli, "Al-Urdī'nin 'Risalet-ün fi Keyfiyet-il-Ersad' Adli Makalesi" *Arastirma*, VIII (1970) 1-169.

٢٤ – سيمان ، ص ٢٥ ومخطوط مارش ٦٢١ ، ص ١٧٥ و ، ١٧٦ ظ ، ١٩٩ و .

٢٥ – مدرس رضوي ، ص ٢٢٩ – ٢٣٠ ، وسيزكين ص ٢٩٣ .

٢٦ – مدرس رضوي ، ص ٨٠ .



الشكل ١

نلاحظ في هذا الشكل ان الفلك المايل الذي يدير بدورانه اوج القمر يدور على عكس التوالي بحركة منتظمة رمزنا اليها بحرف ∝ . وهكذا يدور كل ما يحويه هذا الفلك بهذه الحركة والى الجهة عينها .

اما حامل التدوير وهو خارج المركز المحوري فيدور بذاته على التوالي بحركة منتظمة ولكن حول مركز العالم وليس حول مركزه . وقد اشرنا الى حركته بحرف ∝ عينه وبالجهة المخالفة . ومن هذه الحركة تسبّب الإشكال الاول . اذ كيف يمكن لفلك كريّ ، حسب فرض بطلميوس نفسه ، ان يدور بحركة منتظمة حول مِحورٍ لا يمر في وسطه دون ان ينخرق ؟

اما الإشكال الثاني فهو الذي ورد على نقطة المحاذاة التي اتّخذها بطلميوس مبدأ

لحركة خاصة القمر في تدويره . فالخط الواصل بين نقطة المحاذاة هذه ومركز التدوير ينتهي الى الذروة الوسطى على محيط التدوير . وكان بطلميوس قد اكتفى بالقول ان الارصاد هي التي فرضت اختيار نقطة المحاذاة هذه لتكون محاذية للذورة الوسطى مع انها ليست مركزاً لفلك من الافلاك ولا مركزاً للعالم كما كان متوقعاً .

بعد ان يثير العرضي هذه الإشكالات في افلاك القمر يقول ان الحركات التي فرضها بطلميوس ليست ناتجة عن الارصاد التي رصدها بل جاءت نتيجة لحدس حدسه من نفسه . ويكمل العرضي في ردّه على بطلميوس واتباعه قائلاً :

« واذ قد فرغنا من ذكر مذهبهم فنورد الامر الذي ناقضناهم فيه فنقول انه قد تبيّن في بعض ما ذكرناه عنهم امورٌ فاسدة مباينة لاصول هذا العالم نردّ بها عليهم وعلى من اعتقد انّ الامر على ما قد نصّوه في كتبهم[٢٧] » .

وفي رده على بطلميوس في افلاك عطارد يقول : « فاما طريق الحدس فلم يكن هو اولى به من غيره بعد ان تبيّن خطؤه[٢٨] » .

هكذا يجيز العرضي لنفسه ان يتحدّس هيئة جديدة تتحاشى هذه الإشكالات وتحافظ على نتائج الارصاد فقط .

لذلك خالف العرضيُّ بطلميوس في حركات المائل والحامل جهةً وقدراً . فقد جعل مدير الأوج يدور على التوالي بحركة قدرها ثلاثة اضعاف البعد الذي بين مركز الشمس الاوسط ومركز القمر الاوسط . واذا فُرض خارج المركز وهو حامل فلك التدوير يدور على خلاف التوالي بحركة قدرها البعد المضعف كانت الحركة الحاصلة على الشكل التالي :

٢٧ – مارش ٦٢١ : ص ١٢٤ و .
٢٨ – المصدر السابق : ص ١٦٧ ظ ، وفيها « خطاه » .

الشكل ٢

نلاحظ في هذا الشكل ان الاوج يدور على عكس حركة الاوج عند بطلميوس مع ان حركة مركز التدوير الحاصلة هي عينها الحركة التي ارتآها بطلميوس .

اضف الى ذلك ان في هذه الهيئة الجديدة ينحلّ الإشكالان السابقان بحيث تُصبح

الذروة الوسطى الآن على محاذاة مركز حامل التدوير حسب الاصول ، اذ الحركة الوسطى حول هذا المركز .

كذلك تُصبح الحركة الوسطى متشابهة حول مركز الحامل وهي بالتالي متشابهة حول مركز العالم بالنسبة لدائرة فلك البروج كما شرح بطلميوس ذلك في افلاك الشمس .

بقي ان نقارن بين الهيئتين . وفي الشكل التالي :

الشكل ٣

نرى ان الخطوط المتقطعة التي تمثل هيئة بطلميوس تقارب جداً الخطوط المتصلة التي تمثل هيئة العرضي . ولم يغربْ عن العرضي ان مركز الحامل حسب حدسه هو لا ينطبق تماماً على نقطة المحاذاة التي توهمها بطلميوس فتراه يُسهب في حساب ذلك ويبين ان الفرق الناتج عن هذا الاختلاف لا يتعدّى في حساب تقويم القمر الدقيقتين والنصف عند مركز العالم .

عندها يقول : « اذا جاز لبطلميوس ان لا يعتبر لدقيقتين بل لاربع دقائق عند مركز العالم قدراً محسوساً على انّ ذلك مما يجوز ان يفوت الراصد . فيسوغ لنا المخالفة بدقيقتين وثلث [ثلثة] دقائق . وانما ذكرت هذا دفعاً لتشنيع المقلده الناظرين في كتابي »[٢٩] .

أخيراً نلاحظ ان الحركات التي توهمها العرضيّ تُشكّل هيئة تنطبق تماماً على هيئة بطلميوس في اوضاع القمر المهمة الا وهي الاجتماع والاستقبال ، حيث يحدث الخسوف والكسوف ، وفي التربيعين .

— ٥ —

الخلاصة

بعد ان اطلعنا على الهيئة التي حدسها العرضي لكل من افلاك القمر والكواكب العليا نراه في كلتا الحالتين يقترح هيئة بديلة لا تشوبها الشوائب التي المّت بهيئة بطلميوس . وهذه الهيئة الجديدة لا تنطبق تماماً في جميع اوضاعها على المدارات الناتجة عن هيئة بطلميوس وانما انطبقت عليها احياناً وقاربتها احياناً اخرى الى قدرٍ يسيرٍ جداً « يفوت الراصد الماهر » على حد تعبير العرضي .

بقي ان ندرس الهيئة التي حدسها العرضي لافلاك عطارد والتي تشكل موضوع بحثنا المقبل . فاكتفي الآن بالقول ان هيئة افلاك عطارد شبيهة بافلاك القمر مع جعل مركز المدير في أفلاك عطارد يشابه مركز العالم في افلاك القمر ومعدل المسير في عطارد يشابه نقطة المحاذاة في القمر . وبمخالفة حركة الاوج والحامل في عطارد يستطيع العرضي ان ينجو من الإشكالات الواردة على بطلميوس .

٢٩ — المصدر السابق : ١٢٩ ظ .

كتاب الكافي في الطب

لأبي بكر محمد بن زكريا الرازي

البير زكي اسكندر ‌ و ‌ رفعت يس عبيد

يرمي هذا البحث إلى التعريف بكتاب « الكافي في الطب » ، ذلك الكتاب الذي لم يسبق نشره أو دراسته على الرغم من أهميته في تاريخ الطب العربي . ويشتمل البحث على قسمين رئيسيين هما :

أولا : دراسة نقدية للمخطوطات التي تم فهرستها على أنها تحوي كتاب « الكافي في الطب » للرازي .

ثانيا : بيان محتويات هذا الكتاب ، وإيراد بعض النصوص المقتبسة منه لتقديم الدليل على أنه من تأليف الرازي .

I

يذكر ابن أبي أصيبعة[١] كتاب « الكافي في الطب » ضمن كتب الرازي ، إلا أنه قد فات على من سبقه من مؤرخي الطب في العصور الوسطى ذكر اسم هذا الكتاب ، فلا نجده مثلا في قوائم كتب الرازي التي يذكرها كل من ابن النديم[٢] وابن جلجل الأندلسي[٣] وأبي

١ – ابن أبي أصيبعة ، كتاب عيون الأنباء في طبقات الأطباء ، نشر ا. ميلر . القاهرة – كوينجزبرج ١٨٨٢ – ١٨٨٤ ، ج ١ ، ص ٣٢٠ ، س ٢٨ .

٢ – ابن النديم ، كتاب الفهرست ، نشر ج . فلوجيل . ليبزج ١٨٧١ – ١٨٧٢ ، ج ١ ، ص ٢٩٩ – ٣٠٢ .

٣ – ابن جلجل الأندلسي ، طبقات الأطباء والحكماء ، نشر فؤاد سيد . القاهرة ١٩٥٥ ، ص ٧٧ – ٨٠ (رقم ٢٨) .

ريحان البيروني[4] وجمال الدين القفطي[5] .

وتجدر الإشارة هنا إلى الدراسة التي سبق نشرها بقصد التحقق من المخطوطات المفهرسة والتي وصفت بأنها تحتوي على نسخ من كتاب « الكافي في الطب » للرازي ، وإلى خلاصة هذه الدراسة[6] وهي أنه ، فيما نعلم ، لا توجد هناك سوى مخطوطة فريدة لهذا الكتاب ، وهي بحروف عبرية نقلت عن العربية (Judaeo-Arabic MS) محفوظة بمكتبة البودليانا بأكسفورد [مخطوطة رقم ٥١٤ (أوري ٤٢٧)] .

وفي مكتبة الكلية الملكية للأطباء بلندن مخطوطة ، كان قد أهداها الطبيب ومؤرخ الطب Cyril Elgood إلى هذه المكتبة ، وتمت فهرستها على أنها نسخة من كتاب « الكافي في الطب » للرازي[7]. وعلى الرغم من أنه قد ورد في فاتحة هذا الكتاب اسم محمد بن زكريا الرازي وعنوان « الكافي » إلا أنه يتضح جليا لكل من يتفحص نص هذه المخطوطة أن مادتها لا علاقة لها اطلاقا بالرازي ، وأن الرازي لا يمكن أن يكون مؤلف هذا الكتاب ، نفيا لما ذكره الأستاذ تريتون (Tritton) واضع فهرس مخطوطات مكتبة الكلية الملكية للأطباء بلندن . وفيما يلي نص فاتحة الكتاب التي وردت في الصفحة الأولى من هذه المخطوطة :
« ... وبعد فيقول العبد الجاني محمد بن زكريا المتخلص (sic) بالرازي : لمّا كثُر طلب بعض إخوتي التصنيف كتابا يحوي النكت الطبّية في مسائل الطبية (sic) على وجه يشمل الإيجاز والاقتصاد ، خال عن التطويل والإكثار ، فأجبت مطلوبه وصنّفت هذا الكتاب الموسوم بالكافي لكفايته على المطلوب ... » .[8]

وبخلاف ما تعودناه في كتب الرازي من أسلوب علمي سلس وتعبير واضح ولغة صحيحة سليمة ، فإن مقدمة هذا الكتاب ركيكة التعبير ، ضعيفة الأسلوب ، ويكثُر فيها اللحن اللغوي . ولتأييد رأينا فيما يتعلق بمحتويات المخطوطة رقم ٤٥ نورد فيما يلي ، على

٤ – أبو ريحان البيروني ، رسالة للبيروني في فهرست كتب محمد بن زكريا الرازي ، نشر ب . كراوس . باريس ١٩٣٦ .

٥ – جمال الدين القفطي ، تاريخ الحكماء ، نشر ج . ليبرت ، ليبزج ١٩٠٣ ، ص ٢٧١ – ٢٧٧ .

٦ – A. Z. Iskandar, "Bibliographical Studies in Medical and Scientific Arabic Works" in *Oriens*, vols. 25-26 (1976), pp. 144-147.

٧ – A .S. Tritton, "Catalogue of Oriental Manuscripts in the Library of the Royal College of Physicians" in *Journal of the Royal Asiatic Society* (1951), p. 189, No. 45.

٨ – مخطوطة رقم ٤٥ ، ص ١ ، س ٣–٦ .

سبيل المثال ، بعض مقتطفات منها تشتمل على أقوال للطبيب الفيلسوف ابن سينا (٣٧٠ – ٤٢٨ ﻫ / ٩٨٠ – ١٠٣٧ م) من كتاب « القانون في الطب » وكتاب « الشفاء »، ثم أقوال أخرى لقطب الدين محمود بن مسعود الشيرازي (٦٣٤ – ٧١٠ ﻫ / ١٢٣٦ – ١٣١١ م) مؤلف شرح كليات ابن سينا (أي شرح الكتاب الأول من كتب القانون) المعروف باسم « التحفة السعيدية » :

— « ... المبحث الأول . في اختلاف الحيوانات في الأعضاء :

إنك قد عرفت في الكتاب الأول من كتب القانون ، وهو المعروف بكتاب الكليّات ، هيئة الأعضاء جملة وتفصيلا ، وعلمت أن الأعضاء منها ما هي مفردة ... »[٩]

— « ... وقال الشيخ الرئيس في حدّ الطبّ ... »[١٠]

— « ... قال قطب الملّة والدين ، نقلا عن الشيخ الرئيس ، إنه ذكر في الشفاء ... »[١١]

— « ... قال قطب الملّة والدين في شرح الكليّات ... »[١٢]

ويذكر الدكتور مانفريد اولمان في كتابه Die Medizin im Islam[١٣] مخطوطتي مكتبة البودليانا بأكسفورد ومكتبة الكلية الملكية للأطباء بلندن على أنهما تحتويان على نص كتاب « الكافي في الطب » للرازي . ونحن وإن كنا نوافق اولمان على رأيه فيما يختص بمخطوطة البودليانا ، إلا أننا نرفض مخطوطة لندن ، للأسباب التي أشرنا إليها فيما سبق ، ونعتقد أنها منتحلة .

ولقد ذكر الأستاذ فوات سزجين في الجزء الثالث من كتابه « تاريخ الأدب العربي »[١٤] نفس المخطوطتين اللتين ذكرهما اولمان ، وأضاف إليهما مخطوطة أخرى محفوظة في مكتبة الجامعة باسطنبول (رقم ٢٤٢ / ٤) ، وقد اعتمد في مراجعه على فهرس الأستاذ ابراهيم

٩ – المصدر السابق ، ص ٣٦ ، س ١٩ – ٢٢ .

١٠ – المصدر السابق ، ص ٢ ، س ٦ .

١١ – المصدر السابق ، ص ٢ ، س ٣ – ٤ .

١٢ – المصدر السابق ، ص ١٠ ، س ٩ – ١٠ .

١٣ – M. Ullmann, *Die Medizin im Islam*, Leiden/Köln, 1970, p. 132 (n. 8).

١٤ – F. Sezgin, *Geschichte des Arabischen Schrifttums*, Band III, Leiden (1970), p. 289 (n. 39).

شبوح ومقال للدكتور صلاح الدين المنجد . وبالرجوع إلى فهرس شبوح[١٥] وجدنا أنه أورد عنوان « الكافي في الطب » لمؤلف مجهول (مخطوطة طب رقم ٨٨ ، دار الكتب المصرية) ثم قطعة من كتاب الكافي في الطب عن موضوع « المني » لمؤلف مجهول أيضا ، وهي ملحقة بكتاب قسطا بن لوقا في « الباه » (مخطوطة رقم ٢٤٢ / ٤ ، مكتبة الجامعة باسطنبول) . وجدير بالذكر أن اسم الرازي لا يظهر في فهرس شبوح اطلاقا فيما يتعلق بكتاب « الكافي في الطب » . أما الدكتور المنجد فإنه يذكر كتاب « الكافي في المني »[١٦] وينسبه إلى الرازي ، وتجدر الإشارة إلى أن هذا العنوان لا يظهر اطلاقا في أي فهرس من فهارس مؤرخي الطب في العصور الوسطى[١٧] .

وإذا قبلنا صحة ما ذكره المنجد من أن مخطوطة طب ٨٨ بدار الكتب المصرية هي نسخة من كتاب « الكافي في صناعة الطب » لأبي نصر عدنان بن نصر بن منصور العين زربي (توفي ٥٤٨ هـ / ١١٥٣ م)[١٨] ، يتضح لنا اذن أن المخطوطة الوحيدة المعروفة لدينا لكتاب « الكافي في الطب » لأبي بكر محمد بن زكريا الرازي هي مخطوطة مكتبة البودليانا بأكسفورد رقم ٥١٤ [أوري ٤٢٧] . وسنقوم بدراسة نص كتاب « الكافي » في مخطوطتي القاهرة واسطنبول ، لعلنا نهتدي إلى اسم المؤلف ، علما بأنه بالإضافة إلى الرازي والعين زربي فإن الطبيب جبرائيل بن عبد الله بن بختيشوع (توفي في ميافارقين سنة ٣٩٦ هـ / ١٠٠٦ م) الذي كان معاصرا للصاحب بن عباد الكافي (٣٢٦ – ٣٨٥ هـ / ٩٣٨ – ٩٩٥ م) قد ألف كتابا ، على طريق المسألة والجواب ، أطلق عليه اسم « الكافي »[١٩] تيمنا باسم صديقه الصاحب بن عباد الكافي .

١٥ – ابراهيم شبوح ، فهرس المخطوطات المصورة ، الجزء الثالث (العلوم) ، القسم الثاني (الطب) . القاهرة ، ١٩٥٩ ، ص ١٥٢ ، رقم ١٩٧ .

١٦ – صلاح الدين المنجد ، " مصادر جديدة عن تاريخ الطب عند العرب " ، مجلة معهد المخطوطات العربية . مجلد ٥ ، الجزء الثاني : ١٩٥٩ ، ص ٣٠٠ ، رقم ٣٣٨ .

١٧ – راجع المصادر التي ذكرت في الحواشي ١ – ٥ فيما سبق .

١٨ – المنجد ، مصادر جديدة ، ص ٣١٧ ، رقم ٤٤٤ .

١٩ – ابن أبي أصيبعة ، كتاب عيون الأنباء ، ج ١ ، ص ١٤٧ ، س ٢٩ – ٣١ ؛ القفطي ، تاريخ الحكماء ، ص ١٥٠ .

II

وننتقل الآن إلى القسم الثاني من بحثنا هذا ، ونبدأه بوصف موجز لمخطوطة « الكافي في الطب » المحفوظة في مكتبة البودليانا بأكسفورد[٢٠] .

١ — وصف المخطوطة :

تقع المخطوطة في ١١٤ ورقة ، مكتوبة بحروف عبرية بخط جيّد ، إلا أن النص يشتمل على بعض الأخطاء ، صحح بعضها الناسخ نفسه في الهوامش . وقد كتب عناوين أبواب الكتاب بحروف كبيرة ، وتبلغ مساحة كل ورقة ٢٥٥ × ١٧٥ مم (١٨٥ × ١١٥). وتحتوي كل صفحة على ٢٢ سطرا ، وبكل سطر نحو تسع كلمات . وفرغ الناسخ من تدوين هذا الكتاب في يوم الخميس ٢٨ من شهر طبث سنة ٥١٨٠ عبرية (= ١٥ يناير ١٤٢٠ م) ، واسمه يوسف الصغير بن ربي سعديا الطبيب ، نسخه لأخيه ربي ابراهيم . ولم يذكر الناسخ مكان نسخ المخطوطة ، والراجح أنه كتبها في احدى الدول العربية الإسلامية لأنها تتميز بخط اليد الرباني الأسباني الذي كان شائعاً في مصر والأندلس خلال القرنين الثالث عشر والرابع عشر الميلاديين .

وأول المخطوطة (١ و) كالآتي :

« قال محمد بن زكريا إن هذه العلل تصيب الأعضاء من أعلى بدنه إلى أسفله بتولدها وأنواعها وتوابعها وأعراضها وعلاجها ... » .

وختم الرازي كتابه بذكر طريقة إزالة آثار مرضَي الجدري والحصبة من الجلد . يقول الرازي (١١٤ ظ) :

« وإذا صح العليل وأردت قلع الآثار ، فيلزم على العليل التدبير المسخّن والأطلية التي تقلع الآثار مثل اللوز المر وبزر الفجل وبزر الجرجير والقسط ، ويطلى بماء الشعير ، والله المستعان ، تم » .

٢٠ — J. Uri, *Bibliothecae Bodleianae codicum manuscriptorum orientalium ... catalogus*, pars prima (Oxford, 1787), p. 83, No. 427; Ad. Neubauer, *Catalogue of the Hebrew Manuscripts in the Bodleian Library* (Oxford, 1886), p. 714, No. 2089.

ويلي ذلك مباشرة قول الناسخ (١١٤ ظ) :

« تم الكتاب الكافي للرازي بحمد الله ، وبتمامه تم الديوان ، رحم الله من قرأ ومن كتب ومن تعلم ، آمين . وكان تمامه يوم الخميس في الثامن والعشرين من طبث سنة ٥١٨٠ ، وهو للفاضل ربي ابراهيم ، كتابة يوسف الصغير بن ربي سعديا الطبيب » .

٢ – محتويات كتاب « الكافي » :

يقسم الرازي كتابه « الكافي في الطب » (ولا تظهر عبارة « في الطب » في هذه المخطوطة) إلى مقالتين رئيسيتين ، تتكون كل منهما من عدة أبواب . ويعرض الرازي المادة الطبية على طريقة الكنانيش ، فيبدأ بذكر العلل التي تصيب الرأس ، ويتدرج منها إلى أسفل حتى علل القدم ، أي من القرن إلى القدم (من الفرق إلى القدم) . ويذكر أولا العلة ، ثم يتطرق إلى شرح السبب ، ثم العرض ، ثم ينتهي بذكر العلاج أو العلاجات .

وتحتوي المقالة الأولى من كتاب « الكافي » (وتشمل الأوراق ٤ و – ٥٨ و) على ستة وسبعين بابا كما يلي :

– الباب الأول في داء الثعلب (٤ و) .
– الباب الثاني في الصلع (٥ و) .
– الباب الثالث في الحزاز (٦ و) .
– الباب الرابع في انتثار الشعر (٦ ظ) .
– الباب الخامس في القمل في الرأس (٧ و) .
– الباب السادس في السعفة (٧ ظ) .
– الباب السابع في الصداع والدوار والشقيقة (٨ و) .
– الباب الثامن في النسيان (١٠ ظ) .
– الباب التاسع في السبات (١١ و) .
– الباب العاشر في السكتة (١٢ و) .
– الباب الحادي عشر في الفالج (١٣ و) .
– الباب الثاني عشر في اللقوة (١٤ و) .
– الباب الثالث عشر في الرعشة (١٤ و) .

- الباب الرابع عشر في الاختلاج (١٤ ظ) .
- الباب الخامس عشر في الخدر (١٤ ظ) .
- الباب السادس عشر في الزكام (١٥ و) .
- الباب السابع عشر في قطع السيلان من المنخرين (١٥ ظ) .
- الباب الثامن عشر في النزلة أي قطارو (١٦ و) .
- الباب التاسع عشر في الربو (١٨ ظ) .
- الباب العشرون في التشنج (٢٠ ظ) .
- الباب الحادي والعشرون في التمدد (٢١ ظ) .
- الباب الثاني والعشرون في بطلان الذكر (٢١ ظ) .
- الباب الثالث والعشرون في السرسام (٢٢ ظ) .
- الباب الرابع والعشرون في قاطوخس وهو السدة (٢٣ ظ) .
- الباب الخامس والعشرون في الصرع (٢٤ و) .
- الباب السادس والعشرون في الكابوس (٢٦ و) .
- الباب السابع والعشرون في المالنخوليا وهو الوسواس السوداوي (٢٦ و) .
- الباب الثامن والعشرون في تركيب العين (٢٨ ظ) .
- الباب التاسع والعشرون في العشا (٣٠ و) .
- الباب الثلاثون في الماء النازل في العين (٣٠ ظ) .
- الباب الحادي والثلاثون في البثور والقروح في العين (٣٢ و) .
- الباب الثاني والثلاثون في البياض العارض في العين (٣٣ و) .
- الباب الثالث والثلاثون في الانتشار (٣٣ ظ) .
- الباب الرابع والثلاثون في الرمد (٣٤ و) .
- الباب الخامس والثلاثون في السبل (٣٥ ظ) .
- الباب السادس والثلاثون في الطرفة (٣٦ و) .
- الباب السابع والثلاثون في الظفرة (٣٦ ظ) .
- الباب الثامن والثلاثون في الجساء (٣٦ ظ) .
- الباب التاسع والثلاثون في الحكة التي في الآماق (٣٧ و) .
- الباب الأربعون في نتوء العين (٣٧ و) .

— الباب الحادي والأربعون في الجرب في العين (٣٨ و) .
— الباب الثاني والأربعون في انتثار الأشفار (٣٨ و) .
— الباب الثالث والأربعون في الشعر الزائد في الأجفان (٣٨ ظ) .
— الباب الرابع والأربعون في القمل الكائن في الأشفار (٣٩ و) .
— الباب الخامس والأربعون في البرد (٣٩ ظ) .
— الباب السادس والأربعون في الشترة والغدة (٣٩ ظ) .
— الباب السابع والأربعون في الشعيرة (٣٩ ظ) .
— الباب الثامن والأربعون في الجرب (٣٩ ظ) .
— الباب التاسع والأربعون في الغدة والسيلان (٤٠ و) .
— الباب الخمسون في فقد الشم (٤٠ ظ) .
— الباب الحادي والخمسون في الورم العارض في المنخرين (٤١ ظ) .
— الباب الثاني والخمسون في القروح في المنخرين (٤٢ ظ) .
— الباب الثالث والخمسون في الرعاف (٤٣ و) .
— الباب الرابع والخمسون في البخر في الأنف (٤٤ و) .
— الباب الخامس والخمسون في الورم في اللسان (٤٤ ظ) .
— الباب السادس والخمسون في ثقل اللسان (٤٥ و) .
— الباب السابع والخمسون في القلاع (٤٥ ظ) .
— الباب الثامن والخمسون في البخر في الفم (٤٦ ظ) .
— الباب التاسع والخمسون في اللعاب السائل من الفم عند النوم (٤٧ ظ) .
— الباب الستون في الخوانيق (٤٧ ظ) .
— الباب الحادي والستون في سقوط اللهاة (٤٩ و) .
— الباب الثاني والستون في نفث الدم (٤٩ ظ) .
— الباب الثالث والستون في ضرس الأسنان (٥٠ و) .
— الباب الرابع والستون في وجع الأسنان (٥٠ ظ) .
— الباب الخامس والستون في الأسنان التي تخضر أو تثقب أو تتآكل (٥٠ ظ).
— الباب السادس والستون في وجع الأسنان واللثة (٥١ و) .
— الباب السابع والستون في اللثة الدامية والعفنة (٥٢ و) .

- الباب الثامن والستون في الأسنان التي تتكسر (٥٣ و) .
- الباب التاسع والستون في الأسنان التي تتحرك (٥٣ و) .
- الباب السبعون في وجع الأذن (٥٣ ظ) .
- الباب الحادي والسبعون في القروح في الآذان (٥٤ ظ) .
- الباب الثاني والسبعون في الطرش (٥٥ ظ) .
- الباب الثالث والسبعون في الدوي والطنين (٥٦ ظ) .
- الباب الرابع والسبعون في تنقية وسخ الأذن (٥٧ و) .
- الباب الخامس والسبعون فيما يقتل الديدان في الأذن (٥٧ ظ) .
- الباب السادس والسبعون فيما ينفع من دخول الماء في الأذن (٥٧ ظ) .

ويخصص الرازي المقالة الثانية من كتابه « الكافي » (وتشغل الأوراق ٥٨ و – ١١٤ ظ) للكلام على علل المعدة وعلاجها ، وهي تحتوي على خمسة وخمسين بابا كما يلي :

- الباب الأول في الوحم (٥٨ و) .
- الباب الثاني في الشهوة الكلبية (٥٨ ظ) .
- الباب الثالث في بوليموس (٥٩ و) .
- الباب الرابع في الغثي والقيء (٥٩ ظ) .
- الباب الخامس في الهيضة (٦٠ ظ) .
- الباب السادس في الفواق (٦٢ و) .
- الباب السابع في ضعف المعدة (٦٣ ظ) .
- الباب الثامن في الورم الكائن في المعدة والوجع فيها (٦٤ ظ) .
- الباب التاسع في قيء الدم (٦٥ ظ) .
- الباب العاشر في كثرة العطش (٦٦ و) .
- الباب الحادي عشر في أوجاع القلب (٦٧ ظ) .
- الباب الثاني عشر في الخفقان (٦٨ ظ) .
- الباب الثالث عشر في السل (٦٩ ظ) .
- الباب الرابع عشر في الإستسقاء (٧١ و) .
- الباب الخامس عشر في البرسام (٧٣ و) .

ـ الباب الثالث والأربعون في عسر البول من المثانة (١٠٠ و) .
ـ الباب الرابع والأربعون في الحصى في المثانة (١٠١ و) .
ـ الباب الخامس والأربعون في اختناق الرحم (١٠٢ ظ) .
ـ الباب السادس والأربعون في ورم الرحم (١٠٣ ظ) .
ـ الباب السابع والأربعون في احتباس الطمث (١٠٥ و) .
ـ الباب الثامن والأربعون في درور الحيض (١٠٧ و) .
ـ الباب التاسع والأربعون في الرجا (ساقط في المخطوطة) .
ـ الباب الخمسون في النقرس ووجع المفاصل (١٠٨ و) .
[الباب الحادي والخمسون ـ ساقط في المخطوطة].
ـ الباب الثاني والخمسون في [عرق] النسا (١١٠ ظ) .
ـ الباب الثالث والخمسون في الحمى البلغمية (١١٠ ظ) .
ـ الباب الرابع والخمسون في حمى سنوخس (١١١ ظ) .
ـ الباب الخامس والخمسون في الحصبة والجدري (١١٢ ظ) .

٣ ـ مقتطفات من كتاب « الكافي في الطب » للرازي :

نعرض فيما يلي ثلاثة نصوص مقتبسة من كتاب « الكافي » للرازي ، وذلك للتعريف بمادة الكتاب وأسلوب الرازي العلمي :

١ ـ الباب الاول (٤ و) في داء الثعلب وداء الحية .

« فأما داء الثعلب من فساد الغدة وهي الرطوبة الغاذية للشعر ، وتحدث في شعر الرحم والحاجب والأشفار واللحية . وإنما سميت هذه العلة بداء الثعلب لأنها كثيرا ما تعرض للثعالب . وحمى داء الحية فإنها من جنس هذا الداء ، إلا أنها أحد وأشد عفونة ، ويحدث في جلد البدن كله ، ويتقشر جميع الجلد كما يتقشر جلد الحية ، ولذلك سمي بداء الحية . وعلاجه مثل داء الثعلب ، وتولدهما جميعا من حرارة أو رطوبة (٤ ظ) عفنة ، فإذا كان ذلك من حرارة كان المزاج حارا وكان الموضع أحمر أو أصفر . فإذا كان من برد المزاج كان باردا ، ولون ذلك الموضع خمر أبيض . علاج ذلك : إذا كان من حرارة فصد القيفال والحجامة ، وبعده الإسهال بماء الهليلج الأصفر أو بالصبر أو بالسقمونيا

والورد ونوار البنفسج التي بالسقمونيا . وينفع منه أن يدلك الموضع بخرقة كتان خشنة حتى يحمر ويكاد أن يدمي ، ثم يجعل عليه كندر مسحوق بخل وخروء الفار المسحوق بالخل وعروق القصب المحروق أو قشور البندق واللوز المر ، ويحرق الجميع ويسحق ويطلى بخل أو يدلك الموضع بالبصل المأكول أو بصل النرجس (...) رائحة البصل دلكا جيدا حتى يحس في الموضع باحتراق ولهب ويحمر الموضع ، وسائر التدبير من الاشياء التي تنفع ، فامسحه بدهن ورد وشمع وتدلكه حتى يسكن [الموضع] ، فإذا بدأ الشعر ينبت فاحلقه مرات وادلكه في كل يوم إلى أن يحمر ، ويميل غذاؤه إلى ما يلطف . علاج ذلك إذا كان من برد فاسهله بحب جالينوس أو بحب الصبر والمصطكي أو بالأيارج المتخذ بشحم الحنظل ، ويدلك الموضع بالبصل (٥ و) والثوم أو بالخردل ، ثم يطلى عليه فرابيون بزيت عتيق أو تفسيا وخردل بدهن طري ، أو يطلى عليه الخردل وعاقرقرحا بمرارة الثور ، أو يطلى عليه بزر الأنجرة بدهن السراج وهو دهن بذر الكتان بعد انطفائه ، أو يدلك الموضع بالاشقيل أو يطلى عليه هذا الدواء . صفة دواء جيد مجرب : تفسيا وفرابيون وحب الغار المطبوخ جزء ، وكبريت وخربق أبيض مطبوخ ربع جزء ، فيجمع هذا بشمع مذوب بدهن بان ، ويميل غذاؤه إلى القليل ، نافع ، »

ب — الباب الثامن (١٠ ظ) في النسيان :

« تولد النسيان من خلط بلغمي لزج يجتمع في الجزء المقدم من الدماغ الذي به يكون التخيل على ما قال جالينوس الفاضل ، وهذا البطن يحس بما يكون في البطن الأوسط الذي يكون به (١١ و) الفكر والموضع المؤخر الذي يكون به الذكر ، ويعمه غشيان كثير ونوم ولا يتركه ، وكسل وبلادة . علاج ذلك في الإبتداء الحقن بالحادة لتجذب المادة إلى ما تحت ، وبعده الإسهال بحب السكبينج أو بحب الصبر أو بالأيارجات المسكنة للمزاج فان كفى وإلا بدل مزاجه بمعجون البلادر الصغير ، وينفع منه أن يطلي الرأس بخل قد أديف فيه خردل مسحوق وجندبادستر أو دهن زيت قد طبخ فيه سذاب وفودنج وحاشا وهو الجنس من السعتر أو دهن قد أديف فيه بورق وعاقرقرحا وبذر الأنجرة مسحوقا ، وينفع منه التغرغر بالسكنجبين والخردل أو بالأيارج المعجون بخل الاشقيل أو بسكنجبين قد أديف فيه عاقرقرحا وصعتر وبجميع ما يجلب البلغم من الرأس ، ويميل غذاؤه إلى الأشياء الحارة مثل ماء الحمص والاسفيدباجات الكثيرة التوابل والقلايا والمطجنات ونحوها » .

ج – هذا ابتداء السفر الثاني من الكافي (٥٨ و) – القول في علل المعدة .

الباب الأول في الوحم :

« تولد هذه العلة من خلط رديء يجتمع في المعدة فتعرض للعليل شهوة رديئة مثل أكل الطين أو الأشياء الحريفة أو الحامضة أو الأشياء الغريبة كمثل الفحم والخزف ونحوهما . وأكثر ما يعرض هذا للنساء الحوامل في الشهر الأول والثاني والثالث ، ثم يبطل ذلك . والعلة في ذلك أن بعض هذا الخلط ينضج في طول الزمان ، وبعضه يغتذي به الجنين . علاج ذلك (٥٨ ظ) في غير وقت الحبل : تنقية ذلك الخلط بالقيء بعد الأكل من الأطعمة المقطعة الملطفة وبدواء ينقي المعدة مثل الأيارج أو حب الأفاويه ، وينفع منه معجون الخبث ، ويميل غذاؤه إلى القلايا والمطجنات . وأما علاج الحبالى في هذه العلة فإنهن يعالجهن بالجلنجبين ليصلح ذلك الخلط الخدري أو بكمون ونانخواه وسكر ونحوه » .

وبعد ، فإنه يتضح من تفاصيل محتويات كتاب « الكافي في الطب » أنه كتاب مفيد في بابه ، جيّد في عرضه ، ذو أهمية بالغة من الناحية العلمية ، جدير بالبحث والدراسة. وقد أسفرت دراستنا الأوليّة لمادة هذا الكتاب عن أنه لا يوجد في النص ما يمنع كونه من تأليف الرازي . ويُستمد الدليل الإيجابي على أنه للرازي من فاتحة الكتاب وخاتمته المذكورتين سابقا[٢١] ، حيث يظهر فيهما اسم المؤلف وعنوان الكتاب . هذا بالإضافة إلى أنه قد تحققنا ، بعد أن قابلنا نص كتاب « الكافي في الطب » بنص كتاب « التقسيم والتشجير » للرازي ، الذي يذكر فيه تقاسيم الأمراض وأسبابها وعلاجها بالشرح والبيان ، أن هناك تشابها كبيرا بين هذين الكتابين من حيث المادة والأسلوب وطريقة العرض . ولا يبعد أن يكون الرازي قد اقتبس من كتابه « التقسيم والتشجير » ، وألف كتابه المختصر على منهج الكنانيش وأطلق عليه اسم « الكافي » . ونأمل أن نتطرق إلى هذه النقطة بإسهاب ، وذلك في تحقيقنا لكتاب « الكافي في الطب » ، لنقدم الدليل على الصلة بينه وبين كتب الرازي الطبية الأخرى .

٢١ – راجع ص ٢١ – ٢٢ من هذه المقالة .

كتاب المهذّب في طب العين لابن النفيس ومعالجته للحثر (التراخوما) وعقابيله

اميلي سافيج - سميث

مقدمـــة

يرجع كتاب المهذب في طب (أو حكمة) العين لابن النفيس علاء الدين بن ابي الحزم القرشي إلى القرن الثالث عشر الميلادي . وابن النفيس هذا قد اشتهر بكشفه للدورة الدموية الصغرى كما جاء وصفه لها في شرحه لتشريح قانون ابن سينا وفي شرحه الكامل للقانون . وقد كتب فضلاً عن شروحه على القانون موجزاً له (الموجز في الطب) وشروحاً على رسائل أبو قراط (شرح فصول أبو قراط وشرح تقدمة المعرفة)، وشرح مسائل حنين بن اسحاق والكتاب الشامل في الطب وكتاب المهذب في طب العين . ويعد كتاب المهذب هذا خلاصة دقيقة ومنهجية لممارسة طب العين في القرن الثالث عشر وما يتصل بها من معرفة وعلم . بل هو يعد أدق وأكمل ما كتب من رسائل في طب العين لدى العرب في القرون الوسطى . بيد أن هذه الرسالة ، على عظيم قدرها وعلو شأنها ، ظلت طي الإغفال والإهمال فلم يعرها أحد اهتماماً ولم يلتفت أحد لدراستها وشرحها وتبيان بليغ نفعها .

والدراسة التي نقدمها بين يدي القارىء لهذه الرسالة تشتمل على خلاصة لمحتوياتها بأجمعها وترجمة لثلاثة من فصولها مع التعليق والشرح ، كما تشتمل على كشف بالمصطلحات التشريحية والفسلجية والصيدلانية المصطنعة في هذه الفصول بخاصة ، فضلاً عن رسوم للآلات والأدوات التي اقتبست عن رسالة في طب العين تكاد تعاصر رسالة ابن النفيس[1] .

وقد قسم ابن النفيس كتابه هذا إلى مقدمة في ماهية صناعة الكحل ونمطين أو كتابين . فأما النمط الأول ففي قواعد هذه الصناعة ويشتمل على جملتين أو قسمين ؛ فأما القسم الأول ففي قواعد الجزء النظري من هذه الصناعة من حيث خلقة العين وفعلها وامراضها. وأما الجملة الثانية أو القسم الثاني ففي قواعد الجزء العملي من هذه الصناعة . وأما النمط الثاني (الكتاب الثاني) ففي تفاريع هذه الصناعة من حيث العلم والعمل. وهو يشتمل على سبع جمل أو أقسام وقد جاء وصفه للجرب الحادث في الجفن (أو التراخوما ، الحثر) في الفصل العشرين من الجملة الثانية ، وهو الفصل الذي يجد القارىء ترجمة انكليزية له في هذا المقال ، وحقيقة

(١) كتاب الكافي في الكحل لخليفة ا لحلبي

الأمر أن الحثر (التراخوما) كان معروفاً لدى اليونان والرومان والعرب وكان يعد مرضاً يصيب جفن العين في حين يعد اليوم مرضاً يصيب الغشاء المخاطي الداخلي للجفن (الملتحمة) ومن أعراضه تشكل حليمات كثيفة على السطح الداخلي لجفن العين . وقد جاء وصفه للسّبل والظفرة في الفصلين الثامن والتاسع من الجملة الثالثة . وهما الفصلان اللذان تمت ترجمتها إلى الانكليزية في هذا المقال ، ولقد كانت الظفرة مرتبطة بالسبل بل كانت تعد شكلاً من أشكاله . في حين انتفت اليوم الرابطة المباشرة بين السبل التراخومي والظفرة . فالظفرة نمو داخلي مثلث الشكل للملتحمة على جانبي القرنية وبخاصة على الجانب الأنفي . أما السبل فكان يلحقه الأطباء المسلمون في القرن العاشر بالسبل، وواقع الأمر أن امتداد الأوعية من القرنية إلى الحافة يعد من أعراض التراخوما ...

إن ما جاء في كتاب المهذب من علاج ليفضل كمالاً ما جاء في كتب طب العين في القرن العاشر ، فهو يطلعنا على بليغ علم ابن النفيس في أوج إبداعه وعلو كعبه في ذروة أصالته ، وبخاصة ما اتصل من ذلك بالجوانب النظرية من تحليل عميق للسبل أهو طبيعي أم غير طبيعي ومما أقامه من موازاة بين استئصال السبل والختان ومن اهتمام بأسباب الأمراض والعلاقات القائمة بينها وما قام به من موازنة بين الظفرة والسبل فإذا به يرى أن الظفرة شكل من أشكال السبل . كان ابن النفيس مبدعاً فلم يتبع آراء ابن سينا كما قد يتوقع من شارح للقانون وملخص له . ولقد اعتمد ابن النفيس منهجا لم يتخلّ عنه قط وهو أنه لا يصف علاجاً ما استطاع وصف حمية ولا يصف علاجاً مركباً ما استطاع الاكتفاء بعقار بسيط ، وكان اهتمامه بالمرحلة التي تعقب العملية كبيراً وما كتبه في ذلك من شيء ليفوق ما كتبه معظم الكتاب تفصيلاً ودقة . وكان وصفه للعمليات الجراحية مسهباً ودقيقاً بأكثر مما صنع سابقوه في هذا المجال .

ثم إن ما جاء عليه كتاب المهذب في موضوعاته من ترتيب وتنظيم وتنوع وما كان لمعالجته من تحقيق وحسن نظر إنما يختلف كل الاختلاف عما ورد في الكتب المشهورة في القرنين التاسع والعاشر ككتب حنين بن اسحاق وعلي عيسى الكحال . فإذا كانت أهمية كتاب المهذب لابن النفيس ترجع إلى أنه أدق وأكمل مـــا كتب في العربية في طب العين خلال القرون الوسطى من رسائل، كما قلنا، فهي ترجع أيضاً إلى ما تحتويه من آراء وأساليب أصيلة أدخلها على علاج هذه الأمراض العالم والطبيب المشهور . وهذا ما ينبغي أن يدفع المؤرخين والعلماء إلى الالتفات إلى هذا الكتاب وإحاطته بالرعاية والعناية وإشباعه درساً وتحقيقاً .

وما اخترنا في هذه الدراسة الفصول الثلاثة وأمراضها ترجمة وشرحاً إلا للدلالة بها أمثلة حية على التقنية الطبية للعين كما وردت بتفاصيلها في رسالة ابن النفيس، ولأن هذه الأمراض كانت ولا تزال حتى يومنا هذا الأسباب الرئيسة للعمى في الشرق الأوسط، ولأنها تمثل بعض الطرائق الجراحية المعقدة والمبادىء العلاجية العامة المصطنعة في علاج أمراض العين . وذلك كله حري أن يبين لنا دقيق البحث واكتمال المعالجة وعميق النظر لما تم فيه من تمحيص ودراسة وتحقيق وتجربة فجاء الكتاب مهذباً كأتم ما يكون التهذيب ومكتملاً كأبلـــغ ما يكون الاكتمال .

كتاب المهذب في طب[1] العين تأليف الاستاذ الامام العالم العلامة علائدين ابن ابي[2] الحزم القرشي

المقدمــة

الفصل الاول في ما هيئة صناعة الكحل .
الفصل الثاني في اختلاف الحيوانات بحسب العين .
الفصل الثالث في خواص[3] الانسان في امر العين .

النمط الاول في قواعد هذه الصناعة وتشتمل على جملتين .

الجملة الاولى في قواعد الجزء النظري من هذه الصناعة ويشتمل على اربعة ابواب .

الباب الاول يشتمل على فنين .

الفن الاول في خلقة العين ويشتمل الكلام فيه على عشرة فصول .

الفصل الاول في ما هيئة العين واجزائها ومنفعتها .
الفصل الثاني في اصناف العين .
الفصل الثالث في مسلك الروح البصري وهو[3] العصب النوري .
الفصل الرابع في العصب المحرك للمقلة .
الفصل الخامس في العصب المحرك للاجفان .
الفصل السادس في عضلات المقلة .
الفصل السابع في عضلات الاجفان .
الفصل الثامن في هيئة المقلة .
الفصل التاسع في هيئة الاجفان .
الفصل العاشر في مزاج العين واجزائها .

الفن الثاني في فعل العين اي الفعل الخاص[3] بها وهو الابصار ويشتمل على عشرة فصول .

الفصل الاول في تحديد الاشياء المبصرة .

الفصل الثاني في تفسير الالفاظ التي يكثر استعمالها فيما نتكلم فيه في هذا الفن .

الفصل الثالث في الشروط المتّفق عليها في الرؤية بالعين .

الفصل الرابع في مذهب العلماء في الرؤية .

الفصل الخامس في حجج القائلين بهذه الآراء .

الفصل السادس في ابطال آراء المخالفين وحججهم ونصرة الحقّ الذي هو مذهبنا واعتمادنا عليه .

الفصل السابع في بسط الكلام في تحقيق مذهبنا وتثبيته .

الفصل الثامن في شبه يمكن ايرادها على مذهبنا في الابصار .

الفصل التاسع في حلّ هذه الشكوك .

الفصل العاشر نذكر[4] فيه شبهة تورد على الابصار مطاقا .

الباب الثاني في امراض العين وهو فصل واحد .

الباب الثالث في اسباب احوال العين ويشتمل على فصلين .

الفصل الاول في الاسباب الكلّيّة .

الفصل الثاني في المسخّنات البدنية[5] .

الباب الرابع في علامات احوال العين والكلام فيه يشتمل على فصلين .

الفصل الاول في المبادىء التي يتعرف منها احوال العين ... في اقسام عشرة.

القسم الاول وهو الابصار .

القسم الثاني هو فعل العين في الغذاء .

القسم الثالث هو فعل العين في الفضول .

القسم الرابع هو افعال الحسّ والحركة اللذين للعين .

القسم الخامس اجزاء العين .

القسم السادس الموافقات والمخالفات للعين .

القسم السابع لون العين .

القسم الثامن من ملمس العين .

القسم التاسع شكل العين .
القسم العاشر مقدار العين .

الفصل الثاني في العلامات الدالّة على احوال العين .

الجملة الثانية في قواعد الجزء العملي من هذه الصناعة ويشتمل على بابين .

الباب الاول في حفظ صحّة العين ويشتمل الكلام فيه على فصلين .

الفصل الاول كلام كلي في حفظ صحّة العين .
الفصل الثاني في احكام الاغذية المألوفة يختار منها ما يوافق في حفظ صحّة العين .

الباب الثاني في علاج امراض العين بقول كلّي ويشتمل على مقدمة وخمسة فصول .

المقدمــة

الفصل الاول في التدبير بالغذاء .
الفصل الثاني في العلاج بالدواء .
الفصل الثالث في العلاج باليد .
الفصل الرابع في علاج سوء مزاج العين .
الفصل الخامس مسكنات أوجاع العين .

النمط الثاني في تفاريع هذه الصناعة وقد رأينا ان نجمع في هذا النمط بين العلم والعمل اذ ذلك اسهل في التعليم وان نجعل الكلام فيه[٦] في سبع جمل .

الجملة الاولى في ادوية العين مفردها ومركبها وتشتمل على بابين .

الباب الاول في اصول عملية في امر هذه الادوية وتشتمل على خمسة فصول .

الفصل الاول في اصناف ادوية العين .
الفصل الثاني في تعريف امزجة ادوية العين[٧] .
الفصل الثالث في صفات ادوية العين .
الفصل الرابع في تعريف افعال ادوية العين .
الفصل الخامس في امور تعرض لادوية العين بسبب التركيب ونحوه .

الباب الثاني في احكام ادوية العين الجزئية ويشتمل على فصلين .

الفصل الاول في احكام المفردة من هذه الادوية .

الفصل الثاني في احكام ادوية العين المركبة .

الجملة الثانية في امراض الجزء الخارج من العين ويشتمل الكلام فيه على بابين .

الباب الاول في امراض الجفن ويشتمل على مقدمة وثلاثين فصلا وخاتمة .

مقدمـــة

الفصل الاول في القمل والقمقام الحادثين في الاجفان .

الفصل الثاني في السلاق واسمه اليوناني ابوسيما .

الفصل الثالث في الجساء .

الفصل الرابع في غلظ الاجفان .

الفصل الخامس في تهبيج الاجفان .

الفصل السادس في انتفاخ الاجفان .

الفصل السابع في ثقل الاجفان .

الفصل الثامن في الدمل في الاجفان .

الفصل التاسع في الشرى الحادث في الاجفان .

الفصل العاشر في البردة .

الفصل الحادي عشر في الشعيرة .

الفصل الثاني عشر في التحجر .

الفصل الثالث عشر في التأليك في الجفن .

الفصل الرابع عشر في السلع الحادثة في الجفن .

الفصل الخامس عشر في حكة الجفن .

الفصل السادس عشر في خشونة الاجفان .

الفصل السابع عشر في السعفة .

الفصل الثامن عشر في قروح الجفن والحراقه .

الفصل التاسع عشر في النملة الحادثة للجفن .

الفصل العشرون في الجرب الحادث في الجفن .
الفصل الحادي والعشرون في التوتة .
الفصل الثاني والعشرون في الوردينج الحادث في الجفن .
الفصل الثالث والعشرون في الشرناق .
الفصل الرابع والعشرون في الالتصاق في الاجفان .
الفصل الخامس والعشرون في الشترة .
الفصل السادس والعشرون في استرخاء الجفن وانسداله .
الفصل السابع والعشرون في الشعر الزايد في الجفن .
الفصل الثامن والعشرون في الشعر المنقلب .
الفصل التاسع والعشرون في انتثار الهدب .
الفصل الثلاثون في بياض الاهداب .
خاتمة لهذا الباب نذكر فيها اموراً غير طبيعية تعرض للاجفان .

الباب الثاني في امراض المؤق والكلام فيه يشتمل على ثلاثة فصول .

الفصل الاول في الغرب .
الفصل الثاني في زيادة لحم المؤق .
الفصل الثالث في نقصان لحمة المؤق .

الجملة الثالثة في امراض الوسط من العين ويشتمل الكلام فيها على مقدمة واربعة ابواب .

المقدمـــة

الباب الاول في الامراض المنسوبة الى الطبقة الملتحمة ... اشتمل هذا الباب على ثلاثة عشر فصلا .

الفصل الاول في الرمد .
الفصل الثاني في الانتفاخ العارض للملتحمة .
الفصل الثالث في الطرفة .
الفصل الرابع في الجساء العارض للطبقة الملتحمة .

الفصل الخامس في الودقة .
الفصل السادس في الدبيلة العارضة في الملتحمة .
الفصل السابع في تفرق الاتصال الحادث في الملتحمة .
الفصل الثامن في السبل .
الفصل التاسع في الظفرة .
الفصل العاشر في اللحم الزايد على الملتحم .
الفصل الحادي عشر في التوتة .
الفصل الثاني عشر في الحكة الحادثة للملتحمة .
الفصل الثالث عشر في الدمعة .

الباب الثاني في الامراض المنسوبة الى الطبقة القرنية ويشتمل على سبعة فصول .

الفصل الاول في البثور الحادثة في الطبقة القرنية .
الفصل الثاني في قروح القرنية وحفرها .
الفصل الثالث في خروق القرنية ونتوئها والسلخ الحادث فيها .
الفصل الرابع في تغيّر لون القرنية الى البياض او الحمرة او الصفرة ونحو ذلك .
الفصل الخامس في كمنة المدّة تحت القرنية .
الفصل السادس في السرطان العارض في الطبقة القرنية .
الفصل السابع في خروج الطبقة القرنية عن اعتدالها الى الرطوبة واليبوسة .

الباب الثالث في الامراض المنسوبة الى الطبقة العنبية والكلام فيه يشتمل على ثلاثة فصول .

الفصل الاول في الزرقة الحادثة في العين .
الفصل الثاني في نتوء العنبية .
الفصل الثالث في تفرق الاتصال العارض للطبقة العنبية .

الباب الرابع في الامراض المنسوبة الى الحدقة وهي الثقب العنبي من جملة المحاوي فتكون امراضها ثلاثة وهي الاتساع والضيق والانسداد فلذلك يشتمل الكلام في هذا الباب على ثلاثة فصول .

الفصل الاول في اتساع الحدقة ويسمى الانتشار .

الفصل الثاني في ضيق الحدقة .

الفصل الثالث في الماء النازل في العين .

الجملة الرابعة في امراض جملة المقلة ... يشتمل على ثلاثة فصول .

الفصل الاول في الحول .

الفصل الثاني في الجحوظ .

الفصل الثالث في غور العين وصغرها .

الجملة الخامسة في الامراض المنسوبة الى القوة الباصرة والكلام يشتمل فيها على مقدمة وسبعة فصول .

المقدمــة

الفصل الاول في ضعف البصر .

الفصل الثاني في العشاء ويسمى الشبكرة .

الفصل الثالث في الجهر ويسمى الخفش .

الفصل الرابع في القمور .

الفصل الخامس في نفرة العين من الضوء والشعاع .

الفصل السادس في بطلان البصر .

الفصل السابع في تشوش البصر وهو رؤية الخيالات .

الجملة السادسة في الاحوال المنسوبة الى الرطوبات والارواح اللتين في داخل المقلة والكلام فيها يشتمل على اربعة فصول .

الفصل الاول في الاحوال العارضة للرطوبة البيضية .

الفصل الثاني في الاحوال العارضة للرطوبة الجليدية .

الفصل الثالث في الاحوال العارضة للرطوبة الزجاجية .

الفصل الرابع في الاحوال العارضة لما في العين من الروح .

الجملة السابعة في الامراض المنسوبة الى باقي اجزاء العين ويشتمل على فصلين .

الفصل الاول في الامراض العارضة لباقي طبقات العين .

الفصل الثاني في الامراض العارضة للعصب النوري .

— I —

الفصل العشرون في الجرب الحادث في الجفن الفرق بين الحكة والجرب بان اشتركا في ان كل واحد منهما يحدث عنه حكاك انّ المسمّى بالحكة لا بثور معه ولا خشونة يعتدّ[8] بها ولا تقرّح ولا شقوق ولا كذلك الجرب ومادة المرضين رطوبة حادّة بورقية لكنها في الحكة لطيفة يحلّلها الحكّ ويخرجها من المسامّ وفي الجرب اغلظ من ذلك بحيث تحتبس وتبثر ولما كانت المادة في المرضين واحدة ففي الاكثر تتقدم الحكة الجرب وتنذر به لان المندفع الى الجفن يكون اولا مما رقّ ثم بعد ذلك يغلظ ويحدث الجرب وقد تتقدّمه ايضا وتنذر به قروح العين وذلك لان وصول المادة الحادة المقرحة الى العين في اكثر الامر انما يكون من السمحاق وانما يكون ذلك بعد حصولها في الجفن فتكون اذا محدثة للحكة ثم تحدث قروح العين لانّها للينها واحتباس المواد فيها تنفعل عن تلك المادة قبل انفعال الجفن الانفعال الذي يلزمه الجرب وقد يتقدمه الرمد بدون القرحة وذلك اذا لم تكن المادة من الحدة بحيث القروح .

وقد جعلوا لهذا الجرب اربع مراتب يسمونّها انواعا . **النوع الاول** ان تحدث[9] في الجفن حمرة وخشونة حصفية لا بثرية وسبب هذه الحمرة سخونة الدّم وانجذابه الى الجفن بسبب حرارة المادة والم الحكّ . **النوع الثاني** ان تكثر الخشونة في الجفن مع وجع وثقل لكثرة المادة ورداءتها . **النوع الثالث** ويسمى التيني لان باطن الجفن يكون فيه شبيها بلبّ التين ويكون فيه شقوق وخشونة زائدة . **النوع الرابع** ازيد خشونة واعظم آفة وحكة مع وجع وصلابة زائدة ولا تكاد تنقطع[10] بالحك الغلظة خاصة العتيق منها[11] . وربما حدث معه شعر زائد اذ مادته لاحتراقها وتدخينها قد تصلح لان يكون منها الشعر ومادة الجرب قد تكون بلغما بورقيا وقد تكون من دم حاد وقد تكون من دم سوداويّ رقيق السوداء محترقها[12] ويحدث كثيرا عن مداومة الشمس والغبار والدخان مع فساد الاغذية واكل التوابل والملوحات والكوامخ والبقول الحادة ونحو ذلك .

العلامات علامات الجرب مطلقا حكاك الجفن واذا قلب شوهد منه ما قلناه من الحمرة والخشونة . **واما النوع الاول** فان تكون الخشونة خفيفة وسيلان الدموع كثيرا وذلك لان المادة تكون فيه الى رقة .

واما علامة[13] **النوع الثاني** فان تكون الخشونة ازيد مما في الاول وتكون الدموع بعد كثيرة . **واما علامة**[13] **النوع الثالث** فان يكون الجفن مع كثرة خشونته فيه شقوق كشقوق التين . **واما علامة**[13] **النوع الرابع** فان الجفن يكون فيـــه الى سواد وكمودة لزيادة الاحراق وكثرة السوداوية وعليه[14] كالخشكريشة لاجل الاحتراق[15] .

واردى الجرب ما كان بعد قروح العين لان مادته تكون حادة[16] ثم ما كان بعد الرمد. واسلمه ما تقدمته الحكة وحدها لان مادة هذه[17] تكون يسيرة ولذلك لم يعم ضررها للعين .

العلاج اما علاج الجرب مطلقا فاولا تنقية البدن والرأس من المادة الحادة المحترقة وذلك بالفصد، ويبدأ اولا من القيفال ثم من عروق المأقين، ولا بد مع ذلك من استفراغ بطبيخ الفاكهة او قرص البنفسج او طبيخ الافتيمون اذا كان في النوع الرابع او كان المزاج سوداويا ، ولا بد مع ذلك من التطفية ومن الترطيب المعدل للمزاج كشرب ماء الشعير بالسكر وكذلك النقوعات المتخذة من العناب والاجاص والمشمش ونحو ذلك، ولا بد من اصلاح الغذاء واستعمال[18] ما يبرد ويرطب كالقثاء والقرع ولب الخيـــار والرجلة والمزاوير المطفية وترك الحلاوات والموالح والمجففات . واذا استعمل اللحم فليكن من لحم الجدي والدجاج المسمن والاسفيدباج غذاء جيد لهما وكذلك[19] مح البيض النيمرشت ولا بد من ملازمة الحمام المرطب وهجر الغبار والدخان والغضب الجدال والصياح وطول الكلام ولطو الوسادة واطالة السجود وطأطأة الرأس وضيق قوارة القميص وبالجملة كل مصعد للمواد محرك لها الى جهة الوجه .

واما علاج نوع نوع **فالنوع الاول** بعد التدبير المشترك يقلب الجفن ويحك بالشياف الاحمر الحاد فان كفى والا فبالاشياف الاخضر او باشياف طرخماطيقون . **ومن** الادوية الجيدة كهرباء جزء قشور النحاس جزوأن تعجن بعسل **وايضا** نحاس محرق ستة عشر مثقالا فلفل ثمانية مثاقيل اقليميا اربعـــة مثاقيل مر مثقالان زعفران مثله[20] زنجار خمسة مثاقيل صمغ عشرون مثقالا تعجن بماء المطر . والاكتحال بالروشنايا او الباسليقون جيد ولا يتعرض الى هذا بالحك[21] بالسكر ونحوه فيسجح الجفن ولا يغني اذ ليس فيه من الخشونة ما يقلعها السكر . **واذا**[22] **كان** مع هذا رمد فالشياف[23] الاحمر اللين موافق[24] .

واما النوع الثاني فعلاجه بما اكثر حدة وتحليلا من ادوية الاول وذلك مثل الاشياف

الاخضر والباسليقون، اللهم الا ان يحدث ذلك تلهبا وحرارة فيستعمل مثل الشادنج وخاصة المغسول ثم يتدرّج بعد ذلك الى الاشياف الاحمر اللين وتكحل العين بالاغبر لتقوى . **واما النوع الثالث** فعلاجه كما في الثاني وازيد حدة وفي الاكثر لا بد فيه من الحك . **واما النوع الرابع** فعلاجه بالادوية كما قلناه ووجوب الحك فيه اولى مما في الثالث .

وكيفية الحك بان يقلب الجفن اما بالاصبع وحدها وهو الاجود او بان يوضع على ظاهره طرف الميل ويمدّ شفره على حيث يغطي الميل ثم يحك باطنه اما بظاهر قطعة من السكر الطبرزد اعنى ظاهرها الذي هو جزء من ظاهر الابلوج أو بزبد البحر أو بورق التين او يتخذ محكّ من شادنج ومرقشيتا. **وقد يحك** بالحديد بان يمر القمادين او الوردة ونحوها على مواضع منه ثم يحك بملعقة الميل . فاذا فرغ من الحك قطر في العين دهن الورد مضروبا[٢٥] مع صفرة البيض وتحرك المقلة ثم يقطر فيها ريق ماضغ الكمون والملح ليؤمن الالتصاق بعد عصرهما من خرقة كتان صفيقة[٢٦] وبعد ذلك يدام تحريك المقلة ثم في اليوم الثاني يستعمل الشادنج وتقوى العين بالاغبر ونحوه .

واذا قارن الجرب رمدا وقروحا ولم يكن الجرب سببهما بدىء بعلاجهما[٢٧] فان تدبير المرض الحاد قبل المزمن وما هو اكثر حدة قبل ما هو الين وليكن ذلك مع مراعاة الجرب بما فيه تبريد وتجفيف. وان كان الجرب سببهما بما فيه من الخشونة ونحو ذلك وكان[٢٨] الامر فيهما سهلا بدىء بحك الجرب وعولج بما هو الين مع تجنّب الادوية الحادة والقوية فان كان الامر فيهما صعبا بحيث لا يحتملان مقاربة الحك اشتغل بالتنقية والتعديل والتقوية الى ان يحتملا ذلك. فان كان الجرب يوذيهما بخشونته فليقلب الجفن ويمر عليه الميل لينعم قليلا. واجود من ذلك الشادنج دون النشاء والاثمد والذرور الابيض والشياف الابيض فان هذه كلها مجرّبة اي تورث الجرب[٢٩] . تم

— II —

الفصل الثامن في السبل هو غشاوة تشاهد في العين ذات عروق محمرّة. واختلف فيها فقيل ان جميع اجزائها طبيعية لكنها في الصحّة صغيرة خفية عن الحس، فاذا نمت وامتدت في الاقطار كلها وعظمت ظهرت للحسّ واضرت بالعين وبالبصر. وقيل بان جميع أجزائها مرضية فانه لو كان شيء منها طبيعيا لكان قطعه وخاصة اذا تكرّر ضارا بالعين وللاولين

ان يحتجوا بان من تلك الاجزاء عروق واجزاء عصبية وهذه لا يمكن حدوثها بفعل الطبيعة فكيف بالمرض. والحقّ ان هذا الغشاء ليس بطبيعي مطلقا والا كان تكوّنه اولا نافعا وقطعه ضارا وليس بخارج عن الطبيعي مطلقا والا لم يمكن تكوّنه واغتذاؤه وكان اذا تكون يبلى على طول الزمان بذاته اذ لا قوّة فيه تحيل الوارد الى طبيعته بل هو طبيعي من جهة انه حادث عن فعل الطبيعة وغير طبيعي من جهة انه انما يحدث بحدوث حالة للعين غير طبيعية[٣٠]، وذلك لان العين اذا ضعفت وكثرت فيها المواد احالت الطبيعة تلك المواد الزائدة الى ما هو للعين كالغطاء والجلد لتوقّيها عن الآفات التي يتوقع حدوثها لها عند الضعف .

وهذا كالظفرة فان السبل انما يخالف الظفرة بانه في الاكثر يعم المقلة ولا كذلك الظفرة، وانما اختصت العين بذلك لما قلناه اولا وهو انها معراة من الجلد فيكون حالها العضو المسلوخ عنه جلده او المتاكل عن جلده بقروح ونحوها، وانما لا تفعل الطبيعة ذلك في حال صحة العين لاستغناء العين حينئذ بقوتها عن زيادة التقوية على ما يحصل بالجفن .

ولقائل ان يقول لو كان الامر كما قلتم لوجب ان يتكوّن مثل هذه الغشاوة على الكمرة بعد قطع القلفة . **وجوابه** ان الكمرة لا يكون عندها من المواد ما يتخلق ذلك عنها لانها ظرف وبعيدة عن الرطوبات ولا كذلك العين فانها كثيرة الرطوبة بجوهرها وربما تنتقل[٣١] اليها من الدماغ فتكون المادة عند القوة متوفرة فلذلك امكن ان يحدث عنها هذا الغشاء دون الكمرة على انا نقول ان الكمرة لا بد ان[٣٢] يحدث لها بعد قطع القلفة تكاثف ينقص بسببه انفعالها عن الملاقيات فيجوز ان يكون عروض ذلك لحدوث شيء مثل هذا الغشاء لكن لما لم يظهر لذلك الحادث ضرر لم يجعل ذلك مرضا ولم يعالج بالقطع ونحوه بخلاف هذا الغشاء فانه يضرّ في الابصار بمقدار ما يستر من الحدقة .

فان قيل لو كان هذا الغشاء من فعل الطبيعة لما لزمه ضرر وليس كذلك فانه يضعف الابصار حتى يصير كأنه من وراء ساتر متخلخل ويحدث الحكة والدمعة في العين ويهيئها لكثر الرمد ونحوه من الامراض الامتلائية ويجعلها تنفر عن ضوء الشمس وضوء السراج وكثيرا ما تصغر له العين .

قلنا حدوث هذه المضارّ لا ينافي ان يكون هذا الغشاء بفعل الطبيعة . **اما** اضراره بالبصر فظاهر فان قصد الطبيعة به زيادة الستارة للعين وذلك ان[٣٣] نفــع العين فضوء يضرّ البصر

وذلك الاضرار لا ينافي هذا المقصود . **واما** الحكة والدمعة[٣٤] فلدا تلزم[٣٥] هـذا الغشاء من احتباس فضول العين تحته ولا ينافي ذلك نفعه بما هو ساتر ويلزم هذه الفضول كثرة الامراض المادية. **واما** النفرة من ضوء الشمس والسراج فلدا يلزم كثرة الضوء من تحرك كثرة الفضول . **واما** صغر العين فلدا يضعف من هضبها بسبب كثرة الفضول ولما ينصرف من غذائها على غذاء هذا الغشاء . على ان حدوث الضرر بالشيء لا ينافي ان يكون حدوث ذلك عن الطبيعة ولذلك فان السمن الزائد لاحق باضراره وبانه عن فعل الطبيعة وكذلك العضو الزائد ونحو ذلك على ان[٣٦] الجزم في هذا بعيد .

وقد يحدث من كثرة امتلاء العروق الغائرة التي في الملتحمة واحتباس المواد والفضول تحت صفاقها حالة تشبه السبل ويسمى ايضا مسبلا . واكثره من نزلات على العين من طريق الحجب الداخلة ولذلك يكثر معه العطاس خاصة عند الضوء الشديد لتسخينه المواد وتهييجه لها ويكون معه ضربان في قعر العين لتمديد المواد[٣٧] عند نفوذها من هناك . والسبل يكثر في مرطوبي الادمغة لكثرة مواد رؤوسهم ويكثر في الجرب لاضعافه العين وجذب أله المواد اليها ويكثر بعد الرمد الحاد اذا بولغ في التبريد فقلّ معه التحلل واحتبست الفضول. وكذلك قد يكثر في البلاد والازمان الباردة بل وفي الابدان الباردة ايضا لقلة انحلال فضولها .

والسبل من الامراض المعدية بسبب استنشاق الهواء المخالط لما يتبخر منه فيحيل الدماغ ونواحيه الى طبيعته فلذلك إذا ضاق المسكن كان أعداؤه اشدّ وهو مما يتوارث في النسل لان ما ينفصل من عين صاحبه من المني يكون كثير الفضول فتكون العين المتولدة منه كذلك .

العلامات اما السبل الحقيقي فيعرف بمشاهدة الغشاوة الظاهرة مع عروق فيها حمرة ممتلئة وحمرة في العين لاجل الوجع والحكة وكثرة الفضول وبوجود ما ذكرناه من الاعراض اللازمة له وغير اللازمة ويحدث معه حمرة في الوجه لكثرة ما ينزل اليه من السمحاق ودرور في العروق لذلك وضربان في الصدغين لمزاحمة المواد النازلة للشريان الذي هناك وإذا جذب الجفن الاسفل يشاهد ارتفاع طرف هذا الغشاء عن الملتحمة واما القرني فيشاهد عليه شيء كالدخان مع عروق محمرة واذا كان هذا السبل حادا جداً كثرت الحمرة في[٣٨] العين وكذلك الحكة والضربان وسيلان الدمع .

واما النوع الغائر فيعرف بما ذكرناه ومشاهدة شيء كالغمام وتحت صفاق الملتحمة مع حمرة يسيرة .

العلاج يجب ان يبدأ اولا بتنقية البدن والرأس ونواحيه وتلطيف الغذاء وهجر تدهين الرأس واجتناب ما يبخّر وبالجملة جميع ما ينبغي لصاحب النوازل اجتنابه . ولفصد عروق المأقين نفع ظاهر ولا بد من الغراغر والسعوطات ونحوها مما ينقي الرأس .

فان كان السبل حقيقيا غليظا فلا بد من لقطه وكيفية ذلك ان يستلقي العليل ويفتح عينيه إما بالفتاحات او بابهامي الخادم فان انزلق الجفن لترطّبه ونحو ذلك جعل بينه وبين الابهام قطن او قطعة من خرقة وليحذر في هذا الفتح ان ينقلب الجفن فيتقطع منه شيء فيحدث في الاكثر الالتصاق وكذلك ينبغي ان ترفع الاهداب[٣٩] لئلا يقطعها المقراض .

ثم يبتدىء الآسي فيعلق السبل اولا من عند المأق الاكبر بصنارة وعند الاصغر بأخرى وعند وسط الملتحمة مما يلي اصل الجفن الأعلى باثنتين ويفعل كذلك من جهة الجفن الاسفل ويقرض عند اللحاظ قدرما يدخل فيه المسلخ وينفده على الملتحمة على المؤق الاكبر ثم يأخذ في القطع من اللحاظ[٤٠] مما يلي اصل الجفن الاعلى فاذا انتهى الى المؤق الاكبر قطع كذلك مما يلي اصل الجفن الاسفل فاذا لم يبقَ يعلق الا من ناحية القرني جذب الصنانير قليلا وحركها ليتم انكشاط ما على الاكليل ثم يقطعه من جهة اللحاظ الى جهة المؤق الاكبر ويخرج الجميع قطعة واحدة كالحلقة. والفاضل من الأساة يفعل ذلك بسرعة وخفة ويستأصل طبقات الغشاء كلها في مرة واحدة بحيث ينقّي الملتحمة من غير معاودة القطع والتعليق المؤلمين للعليل وقد لا ينهى ذلك .

فيقطع الجزء الذي يلي الجفن الاعلى اولا ثم الذي يلي الجفن الاسفل وقد يحتاج الى معاودة التعليق والقطع اذا اتفق ان بقي بعض طبقات السبل وذلك بان يكون تغويص الصنانير بحيث لا تنتهي[٤١] الى الملتحمة. ويعرف نقاء الملتحمة بامرار المسلخ على ظاهرها فان لم يتعلق بشيء فقد نقيت وكذلك ظهور بياضها وخلوها من شيء من اجزاء السبل واذا قطع عند المأق الاكبر فليحذر ان يفرط فتنقص لحمة المؤق ويعرض ما ذكرناه من المضار في موضعه .

واذا تم القطع وسال من الدم قدر الكفاية لوّق على طرف الميل قطنة ونقيت بهـا لعين من بقايا الدم ثم يبصق في العين لتسكين الوجع وغسل ما يحتبس فيها من الدم ثم يقطر فيها الريق المعصور من الكمون والملح المضوغين المعصورين في خرقة كتان صفيقة ثم بعد

ذلك يقطر فيها دهن الورد المتخذ من الشيرج[٤٢] مضروبا بصفرة البيض وتضمد العين بقطنة مغموسة في دهن الورد وصفرة البيض ويعاود تقطير ذلك في العين مرارا في ذلك اليوم بليلته مع كثرة تقليب المقلة والتحرز من النوم في تلك الليلة .

ثم في اول النهار يغسل الوجه بماء طبخ فيه الورد او بماء مزج به ماء الورد ثم يتأمل تحت الجفن بان يدير تحته الميل الملفوف عليه القطن المغموس في دهن الورد فان وجد التصاقا فتقه بالمسلخ ثم يعاود تقطير الريق بعد مضغ الكمون والملح والا فيعاود تقطير دهن الورد مع صفرة البيض وبعد ثلاثة ايام يستعمل هذا الذرور ثلاثة ايام اخرى . **وصفته** انزروت وسكر سليماني ونشا من كل واحد درهم زبد البحر نصف درهم زعفران ربع درهم صبر سدس درهم .

فان عرض في العين رمد عولج بعلاجه والا فيدخل الحمام ثم يكحل بالاكحال الجلاءة وينبغي ترك اللحوم بعد اللقط ثلاثة ايام او اربعة مع الاجتهاد في تحريك العين لئلا تلتصق **هذا اذا كان** السبل حقيقيا وغليظا .

اما الغائض والحقيقي الرقيق جدا فبعد التنقية وتقوية الدماغ بالروايح العطرة ولتكن محلّلة الى حرارة لطيفة كالعنبر والندّ والغالية وكذلك اشتمام ماء الآس بقليل مسك وهجر الاطعمة الغليظة كالكرنب والعدس والسمك واللبن والباقلا واللوبيا والكثيرة التبخّر وان كانت حارة كالبصل والثوم ويقبل على الاكحال الجلاءة المحللة كالروشنايا والباسليقون وكذلك اشياف الدارج والاشياف الاخضر وليكن الاكتحال بان تقلب الجفن وتحك العين بالدواء وبعد سكون الحرقة تعاود الكحل ثم بعد ذلك تكحل بالرمادي وبالبرود الهندي ونحوهما .

وقد يقارن السبل رمد فتكون العمدة على الاستفراغ والتنقية دون المبرّدات والمخدّرة . والاغبر حينئذ جيّد وان كان مع السبل حرارة نفع اشياف السماق ويتخذ من ماء السماق المنقوع المعقود بالصمغ والانزروت وقد يتخذ من السماق وحده وهو ايضا ينفع الرمد المقارن للسبل .

ومما جرب للسبل الخفيف قشر البيض الطري يغلى في الخلّ ويجفّف في الظلّ ويستعمل

ناعما وايضا المارقشيشا مع الرمادي وايضا برادة النحاس القبرس بالبول وكذلك شياف الاصطفطيقان والاحمر اللين والاحمر الحاد وطرخمطيقان ودواء المغناطيس وقصد المأقين جيّد للسبل .

وكذلك دوام اشتمام مرزنجوش والتسعط بمثل هذا الدواء كندس درهم مرّ دانقان حضض ربع درهم صبر اربعة دوانيق يعجن بماء المرزنجوش ويحبّب كالعدس ويستعمل كل يوم حبّة بلبن جارية وكذلك الكندس وقصب الذريرة والورد اجزاء سواء يدق وينفخ في الأنف . تم

— III —

الفصل التاسع في الظفرة هي من جنس السبل وتفارقه بان الامتلاء المحدث للسبل عام لظاهر المقلة ولظاهر الملتحمة وها هنا خاصّ بموضع المؤق الاعظم وهو الاكبر او الاصغر او بهما معا وذلك لزيادة الفضول عند المؤق اذ حركة الجفن تحلّل ما يكون في غير ذلك وايضا فان العروق تكثر في السبل دون الظفرة اذ هي زيادة عصبية .

وتختلف باللون فتكون حمراء وصفراء وكمدة والى بياض **وبالقوام** فتكون صلبة ولينة **وبقدر** اللزوم لما هي عليه فتكون ملتصقة التصاقا يسهل انفصاله ومتّحدة بما تحتها **وبالمقدار** فتكون صغيرة وكبيرة ممتدّة على بعض القرني وواصلة الى بعض الحدقة او كلها فتمنع الابصار **وبالسمك** فتكون رقيقة وثخينة **وبالمادّة** فالبيضاء الرقيقة من البلغم والحمراء والكمدة سوداويتان واسهلها البيضاء الرقيقة .

وتضرّ بالعين بأمرين احدهما انها تمنع تحلّل الفضول من تحتها فتكثر في العين وتمرضها **وثانيهما** انها تعسّر بعض حركة العين او تمنعها ويلزم ذلك امران **احدهما** فوات بعض المرئيات الا بحركة الرأس او الرقبة وثانيهما كثرة الفضول لفوات الحركة المحلّلة .

العلاج اما العلاج بالدواء فلا كثير غنا له لغلظ جرم الظفرة ومع ذلك فلا يخلو من اضرار بالمقلة اذ هذه الادوية لا بد وان تكون شديدة الجلاء حادة معفّنة لكن الرقيقة قد ينتفع فيها برماد ورق الآس او زبد البحر او ماء الرمان الحامض المعصور بالشحم المقوم بالعسل .

واقوى من ذلك الروشنايا والباسليقون الحـــاد وشياف طرخماطيقون ودنارخون[٤٣] وهو شياف[٤٤] متخذ من النحاس المحرق والقلقديس ومرارة التيس اجزاء سواء **وايضا** قليمايس وملـــح دراني جزء جزء وصمغ نصف جزء ويشف بالخمر **او** نحاس محرق وقلقديس وقشور اصل الكبر ونوشادر ومرارة التيوس او البقر مع العسل وكذلك مرارة الماعز مع العسل **او** مغناطيس وزنجار ومغرة واشق من كل واحد جزء وزعفران نصف وتعمل الاوقية من ذلك في قوطولي عسل .

وايضا قلقنت ونوشادر يكحل به **وايضا** خزف الغضاير المحكوك عنه التغضير سحق ويعاد سحقه مع دهن القرع او دهن حبّ القطن يدلك به الظفرة في النهار مرات **وكذلك** الكندر المسحوق المجعول ساعة في الماء الحار **والاكتحال** بأصل السوس مشكور .

وينبغي ان يكون استعمال هذه الادوية بعد الحمام او بعد الاكباب على بخار ماء حار حتى يحمر الوجه ويردف باميال من الاغبر ولا يلازم في سيء[٤٥] مزاج العين ولا بد من تقديم تنقية البدن والرأس .

واذا كانت الظفرة غليظة لم يكن بد من الكشط **وصفته** ان يستلقي العليل ويفتح عينه كما قلناه في السبل وتعلق الظفرة بصنارة او بصنانير ويقطع من جانبها بقدر يدخل رأس المهت او المسلخ او ريشة ويسلخ بذلك عن الملتحم وعن القرني[٤٦] ان لم يكن الالتصاق به شديدا ثم يقطع فاذا بلغ المأق قطع بالعرض مع تحرّز عن قطع شيء من اللحمة وتفارق اللحمة الظفرة بان الظفرة صلبة مخالفة للون اللحمة .

فان لم يسهل الكشط كشطت بالحديد مع تحرّز على الغشاء ويستأصلها ما امكن فان ما يبقى منها يعود منه الظفرة اللّهم الا ما يكون على القرني فان مدده ينقطع والدواء يأكله .

واذا فرغ من القطع ويسال[٤٧] ما ينبغي من الدم قطر في العين ريق ماضغ الكمون والملح ثم صفرة بيض بدهن ورد وتصمد العين بذلك وتربط مع الاكثار من تحريكها لئلا تلتصق ثم يعاود دهن الورد ومخ البيض ثلاثة ايام **ثم بعد ذلك** تدبّر ببعض الادوية التي ذكرناها اولا لافناء ما يبقى من الظفرة على القرني او على الملتحم مما يعسر كشطه ولا بد من ترك اللحوم وبعد القطع اياما وتنقية البدن والرأس قبله . **ثم**

تحقيقـــات

في هذه التحقيقات رمزنا لمخطوط مكتبة بولس سباط رقم ١٧ بحرف " س " ولمخطوط مكتبة الفاتيكان رقم ٣٠٧ بحرف " ف " .

١ – طب : حكمة – س .
٢ – الاستاذ الا مام العالم العلامة علائدين ابن ابي : الحكيم الفاضل والفيلسوف الكامل على بن ابي – س .
٣ – وهو : وهي – س .
٤ – العاشر نذكر : العاشر في الباب الثاني نذكر – ف .
٥ – في المسخنات البدنية : في الاسباب الجزئة المسخنات – س .
٦ – الصناعة ... فيه : الصناعة والجمع بين العلم والعمل وفيه – س .
٧ – امزجة ادوية العين : ادوية العين وامزجتها – س .
٨ – يعتد : يعتد – س .
٩ – تحدث : يحدث – س ، ف .
١٠ – تكاد تنقطع : يكاد ينقطع – س ، ف .
١١ – منها : منه – س ، ف .
١٢ – محترقها : حترقا – س .
١٣ – واما علامة : وعلامة – س .
١٤ – السوداوية وعليه : السوداو عليه – س .
١٥ – لاجل احتراق – أسقطت في س .
١٦ – حادة : بعد حادة – س ، ف .
١٧ – هذه : هذا – ف .
١٨ – واستعمال : او استعمال – س
١٩ – وكذلك : وكذا – س .
٢٠ – زعفران مثله : زعفران مثقلان – في هامش ف .
٢١ – بالحك . للحك – ف .
٢٢ – اذا : ان – س .
٢٣ – فالشياف : فبالشياف – س .
٢٤ – موافق – أسقط في س .
٢٥ – مضروبا – أسقط في ف .
٢٦ – بعد عصرهما من خرقة كتان صفيقة – أسقطت في ف .
٢٧ – بعلاجهما : بصلاحهما – س .
٢٨ – وكان . كان – س .
٢٩ – اي تورث الجرب – في هامش ف .
٣٠ – من جهة انه انما يحدث بحدوث حالة للعين غير طبيعية – في هامش ف .
٣١ – تنتقل : ينتقل – ف .
٣٢ – لا بد ان : لا بد وان – ف .
٣٣ – وذلك ان : وذلك وان – ف .
٣٤ – والدمعة – في هامش ف .
٣٥ – تلزم : يلزم – ف .
٣٦ – ان : انى – ف .
٣٧ – وتهييجه لها ويكون معه ضربان في قعر العين لتمديد المواد – في هامش ف .
٣٨ – في العين : في في العين – ف .
٣٩ – الاهداب – في هامش ف .
٤٠ – اللحاظ – في هامش ف
٤١ – تنتهي : ينتهي – ف .
٤٢ – الشيرج : الشيرح – ف .
٤٣ – دنارخون – غير معجمة في ف .
٤٤ – وهو شياف : وشياف – ف .
٤٥ – في سيء : فيسيء – ف .
٤٦ – عن الملتحم وعن القرنى : عن الملتحم عن القرنى – ف .
٤٧ – ويشال : وايسال – غير معجمة في ف .

مقلة (*muqla*). I, II, III, the eyeball.

ملح (*milḥ*). I, II, III, salt.

ملح دراني (*milḥ darānī*). III, Darānī, or Andarānī, salt (obtained by the evaporation of sea water).

ملوحات (*malūḥāt*). I, salty foods.

موالح (*mawāliḥ*). I, salted nuts; see note 21.

امتلاء (*imtilā'*). II, III, congestion; repletion.

منى (*manī*). II, semen.

ميل ، اميال (*mīl*, pl. *amyāl*). I, II, III, a probe, style.

مهت (*mihatt*). III, a needle for couching a cataract.

نحاس محرق (*nuḥās muḥraq*). I, III, burnt copper

نحاس قبرس (*nuḥās qubrus*). II, pure copper.

ند (*nadd*). II, a perfume made of ambergris, musk, aloes, and camphor.

نزلات (*nazalāt*). II, discharges, rheums, catarrh; also congestion.

نوازل (*nawāzil*). II, catarrh, discharges, rheums.

نشاء (*nashā'*). I, II, starch.

انتصال (*intiṣāl*). III, extraction, removal

نفوذ (*nufūdh*). II, cavity [of the orbit of the eye].

تنقية (*tanqiya*). I, II, III, cleansing; washing

نوشادر (*nūshādir*). III, sal ammoniac.

هدب ، اهداب (*hudub*, pl. *ahdāb*). II, eyelash.

وجع (*waja'*). I, II, pain.

وارد (*wārid*). I, the onset [of a disease or condition].

ورد (*ward*). II, III, rose [petals].

وردة (*warda*). I, 'rose-leaf', a surgical instrument; see note 32.

ورق التين (*waraq al-tīn*). I, fig leaves.

كمرة (*kamara*). II, the glans penis.

كمون (*kammūn*). I, II, III, cumin.

كندر (*kundur*). III, frankincense.

كندس (*kundus*). II, probably a type of sneezeweed, or possibly a kind of soapwort or white hellebore; see note 73.

كوامخ (*kawāmikh*). I, (*Persian*) a kind of condiment or seasoning, according to some, prepared with vinegar.

كهرباء (*kahrabā'*). I, yellow amber.

لب الخيار (*lubb al-khiyār*). I, pith of a cucumber or squash; see note 19.

لبن (*laban*). II, milk.

لبن جارية (*laban jārīya*). II, the milk of a young woman or wet nurse; see note 74.

لحاظ (*laḥāẓ*). II, the outer angle of the eye.

لحوم (*luḥūm*). II, III, meats.

ملتحمة ، ملتحم (*multaḥima* and *multaḥim*). II, III, the conjunctiva.

لحمة المؤق (*laḥmat al-mu'q*). II, III, flesh in the [inner] corner of the eye.

لزوم (*luzūm*). III, tenacity, adhesiveness.

التصاق (*iltiṣāq*). II, III, adhesion.

تلطيف الغذاء (*talṭīf al-ghidhā'*). II, regulation of food; regimen.

ملعقة الميل (*milʿaqat al-mīl*). I, scoop of a style or probe.

لقط (*laqṭ*). II, excision.

لوبيا (*lūbiyā*). II, (Greek) a type of legume.

ماء الآس (*mā' al-ās*). II, extract of myrtle; myrtle-water.

ماء الرمان الحامض (*mā' al-rummān al-ḥāmiḍ*). III, juice of sour pomegranate.

ماء الشعير (*mā' al-shaʿīr*). I, barley water.

ماء السماق المنقوع (*mā' al-summāq al-manqūʿ*). II, juice of macerated sumac.

ماء المرزنجوش (*mā' al-marzanjūsh*). II, extract of marjoram.

ماء المطر (*mā' al-maṭar*). I, rain water.

ماء الورد (*mā' al-ward*). II, rose-water.

مأقين ، مؤق ، مأق (*mā'q* and *mu'q*, pl. *mā'qīn*). I, II, III, the corner of the eye (canthus), either the inner or outer.

المأق الاصغر (*al-mā'q al-aṣghar*). I, II, the smaller (outer) corner of the eye.

المؤق الأعظم (*al-mu'q al-aʿẓam*). I, II, the larger (inner) corner of the eye.

المأق الاكبر (*al-mā'q al-akbar*). I, II, the larger (inner) corner of the eye.

مارقشيشا (*mārqashīshā*). II, marcasite; iron pyrite; also spelled *marqashītā*.

مح البيض النيمرشت (*muḥḥ al-bayḍ al-nīmarasht*). I, yolk of a boiled egg.

مواد ، مادة (*mā'lda*, pl. *mawādd*). I, II, III, substance, matter, discharge; also disease-matter; see note 14.

مر (*murr*). I, II, myrrh.

مرارة البقر (*marārat al-baqar*). III, gall of oxen.

مرارة التيوس ، مرارة التيس (*marārat al-tays* or *al-tuyūs*). II, goat's gall.

مرارة الماعز (*mararāt al-māʿaz*). III, buck gall.

مرزنجوش (*marzanjūsh*). II, sweet marjoram.

امراض ، مرض (*maraḍ*, pl. *amrāḍ*). I, II, disease.

مرض حاد (*maraḍ ḥādd*). I, an acute disease.

مرض مزمن (*maraḍ muzmin*). I, a chronic, long-lasting disease.

امراض معدية (*amrāḍ muʿdīya*). II, transmissible diseases.

امراض مادية (*amrāḍ māddīya*). II, diseases characterized by an abundance of discharges and humors; see note 46

امراض امتلائية (*amrāḍ imtilā'īya*). II, diseases characterized by congestion, repletion, and defluxion; see note 46.

مرضية (*maraḍīya*). II, diseased; unnatural, not part of the normal, healthy state.

مرقشيتا (*marqashītā*). I, marcasite; iron pyrite also spelled *mārqashīshā*.

مزاج (*mizāj*). I, III, temperament.

مسك (*misk*). II, musk.

مشمش (*mishmish*). I, apricot.

مغرة (*maghara*). III, red clay.

مغناطيس (*maghnāṭīs*). II, III, magnet.

عطاس (*ᶜuṭās*). II, sneezing.

معفنة (*muᶜaffina*). III, caustic [drugs].

العليل (*al-ᶜalīl*). III, the patient.

تعليق (*taᶜlīq*). II, III the raising up of the membrane of pannus or pterygium by means of small hooks.

عناب (*ᶜunnāb*). I, fruit of the jujube tree (rhamnus zizyphus).

عنبر (*ᶜanbar*). II, ambergris.

غراغر (*gharāghir*). II, gargles.

غشاء (*ghishā'*). II, III, membrane.

غشاوة (*ghishāwa*). II, covering, veil, membrane.

غالبة (*ghāliba*). II, black nightshade, a wild species of solanum nigrum.

غلظة (*ghilẓa*). roughness, scaliness.

تغويص الصنانير (*taghwīṣ al-ṣanānīr*). II, insertion of the tenacula [into pannus].

فتاحات (*fatāḥāt*). II, 'openers', surgical instruments for keeping open the eye.

استفراغ (*istifrāgh*). I, II, purging; elimination by inducing vomiting.

فصد (*faṣd*). I, II, bleeding, phlebotomy.

فضول (*fuḍūl*). II, III, superfluities [of the eye]; discharges.

افعال ، فعل (*fiᶜl*, pl. *afᶜāl*). II, function.

فعل الطبيعة (*fiᶜl al-ṭabīᶜa*). II, the function of nature.

فاكهة (*fākiha*). I, fruit, sweetmeat.

فلفل (*filfil*). I, pepper.

قثاء (*qiththā'*). I, a variety of cushaw or melon, see note 19.

قروح (*qurūḥ*). I, ulcers; ulceration.

تقرح (*taqarruḥ*). I, ulceration.

مقرحة (*muqarriḥa*). I, ulcer-producing.

مقراض (*miqrāḍ*). II, scissors.

قرع (*qarᶜ*). I, a variety of squash, vegetable marrow or pumpkin; see note 19.

القرني (*qarnī*). II, III, the cornea.

قشر البيض الطري (*qishr al-bayḍ al-ṭarī*). II, shell of a fresh egg.

قشور اصل الكبر (*qushūr aṣl al-kabar*). II, bark of the caper-bush root.

قشور النحاس (*qushūr al-nuḥās*). I, scales of copper

قصب الذريرة (*qaṣab al-dharīra*). II, sweet rush.

قطع (*qaṭᶜ*). II, III, excision.

قطع القلفة (*qaṭᶜ al-qulfa*). II, cutting of the foreskin, circumcision.

قطنة (*quṭna*). II, a piece of cotton.

قطن (*quṭn*). II, cotton.

قعر العين (*qaᶜr al-ᶜain*). II, the orbit of the eye.

قلفة (*qulfa*). II, the foreskin.

قلقديس (*qalqadīs*). III, green vitriol.

قلقنت (*qalqant*). III, white vitriol.

قمادين (*qamādīn*). I, scalpel; see note 32.

تقوية (*taqwiya*). I, II, measures which strengthen.

قوة (*quwwa*). II, faculty.

قيفال (*qīfāl*). I, cephalic vein.

كتان (*kattān*). I, II, linen, flax.

كبر (*kabar*). III, caper, a prickly Mediterranean bush.

اكحال ، كحل (*kuḥl*, pl. *akḥāl*). I, II, III, a type of compound ocular remedy.

الكحل الباسليقون (*al-kuḥl al-bāsiliqūn*). I, II, III, the Bāsilīqūn (Royal) Kuḥl.

اكحال جلاءة محللة (*akḥāl jallā'a muḥallila*). II, cleansing and resolving Kuḥls.

الكحل الرمادي (*al-kuḥl al-ramādī*). II, the Ash-Colored Kuḥl.

الكحل الروشنايا (*al-kuḥl al-rūshnāyā*). I, II, III, the Rūshnāyā Kuḥl; see note 27.

الكحل الاغبر (*al-kuḥl al-aghbar*). I, II, III, the Grey Kuḥl.

اكتحال (*iktiḥāl*). I, II, III, annointment of the eye with a Kuḥl.

كرنب (*kurunb*). II, cabbage.

كشط (*kashṭ*). III, ablation, skinning (used for the removal of pterygium)

اكليل (*iklīl*). II, 'crown', the limbus of the cornea; see note 61.

سكر طبرزد (*sukkar ṭabarzad*). I, ṭabarzad sugar; see note 30.

سكون الحرقة (*sukūn al-ḥurqa*). II, quiescence of inflammation.

تسكين الوجع (*taskīn al-waja*ᶜ). II, the stopping of pain, the assuaging of pain

مسلخ (*mislakh*). II, III, a thin scalpel; see note 60.

مسام (*masāmm*). I, pores.

سمحاق (*simḥāq* or *sumḥāq*). II, pericranium; integument.

سماق (*summāq*). II, sumac.

سمك (*samak*). II, fish.

سمك (*samk*). III, thickness of [pterygium].

سمن (*siman*). II, fatness, obesity.

سيء مزاج العين (*say' mizāj al-ᶜain*). III, imbalanced temperament of the eye; dyscrasia.

سوداوي (*sawdāwiyy*). III, melancholic.

سوس (*sūs*). III, licorice (glycyrrhiza).

سيلان (*saylān*). II, weeping discharge; flowing of tears.

شادنج (*shādinij*). I, haematite.

شادنج مغسول (*shādinij maghsūl*). I, washed haematite.

شريان (*shiryān*). II, artery.

شعر (*shaᶜr*). I, eyelashes.

شعر زائد (*shaᶜr zā'id*). I, excessive eyelashes, trichiasis.

اشتمام (*ishtimām*). II, the inhaling [of a medicine].

اشياف ، شياف (*shiyāf* and *ashyāf*). I, II, III, a type of collyrium.

الشياف الاحمر الحاد (*al-shiyāf al-aḥmar al-ḥādd*). I, the Acrid Red shiyāf.

الشياف الاحمر اللين (*al-shiyāf al-aḥmar al-layyin*). I, the Mild Red Shiyāf.

الاشياف الاخضر (*al-ashyāf al-akhḍar*). I, II, the Green Shiyāf.

اشياف الدارج (*shiyāf al-dārij*). II, the Shiyāf 'in current use'; see note 70.

الشياف الدنارخون (*al-shiyāf al-dinārkhūn*). III, the Dinārkhūn Shiyāf; see note 80.

اشياف السماق (*ashyāf al-summāq*). II, the sumac Shiyāf.

شياف الاصطفطيقان (*shiyāf al-iṣṭifṭīqān*). II, the styptic Shiyāf; see note 72.

الاشياف الطرخماطيقون (*al-ashyāf al-ṭarkhamāṭīqūn*). I, III, the Trachoma Shiyāf.

شيرج (*shīraj*). II, (Persian) sesame seeds.

صبر (*ṣabr*). II, aloe.

صدغ (*ṣudgh*). II, the temple.

صفرة البيض (*ṣufra al-bayḍ*). I, II, III, egg yolk.

صفاق الملتحمة (*ṣifāq al-multaḥima*). II, tunic of the conjunctiva.

صمغ (*ṣamagh*). I, II, III, gum.

صنانير ، صنارة (*ṣunnāra*, pl. *ṣanānīr*). II, III, a small hook, tenaculum.

ضربان (*ḍarabān*). II, throbbing pain.

طبيعة (*ṭabīᶜa*). II, nature.

طبيعي ، طبيعية (*ṭabīᶜīya* and *ṭabīᶜī*). II, natural, normal, healthy.

بخارج عن الطبيعي (*bi-khārij ᶜan al-ṭabīᶜī*). II, unnatural, abnormal.

غير طبيعي (*ghayr ṭabīᶜī*). II, unnatural, abnormal.

طبقات (*ṭabaqāt*). II, layers [of the pannus]

تطفية (*taṭfīya*). I, anti-imflammatory measures or procedures.

مطفية (*muṭaffīya*). I, quenching; anti-inflammatory.

ظفرة (*ẓafara*). II, III, (literally, pellicle) pterygium.

عدس (*ᶜadas*). II, lentils.

تعديل (*taᶜdīl*). I, restorative measures.

اعداء (*iᶜdā'*). II, transmission, spreading [of a disease].

الاعراض اللازمة (*al-aᶜrāḍ al-lāzima*). II, the conditions following a disease; sequelae.

عروق (*ᶜurūq*). I, II, III, blood vessels in general; veins [of canthi].

عسل (*ᶜasal*). I, III, honey.

عصبية (*ᶜaṣabīya*). III, nervous [parts]; see note 77.

عضو (*ᶜuḍw*). II, any part of the body.

محك (*miḥakk*). I, a scraper.

تحليل (*taḥlīl*). I, resolution; power to alleviate, resolve, dissolve.

تحلل (*taḥallul*). II, III, resolution, dissolution.

محللة (*muḥallila*). II, III, resolving [motion; kuḥls].

حلاوات (*ḥalāwāt*). I, sweetmeats, sweet dates, sweet fruits.

حمام (*ḥammām*). II, III, steam bath.

حمرة (*ḥumra*). I, II, inflammation; reddnes.

حالة (*ḥāla*). II, state, condition [of the eye].

المخدرة (*al-mukhaddira*). II, narcotics, soporifics.

خشكريشة (*khushkrīsha*). I, (Persian) the crust or dry scab of a wound.

خشونة (*khushūna*). I, crustiness, roughness.

خل (*khall*). II, vinegar.

خمر (*khamr*). III, wine.

تدخين (*tadkhīn*). I, corruption of [matter, *mādda*].

درور في العروق (*durūr fī al-ʿurūq*). II, engorgement and congestion of blood vessels.

دمعة (*damʿa*). II, lachrymation.

ادمغة ، دماغ (*dimāgh*, pl. *admigha*). II, brain.

دهن (*duhn*). I, II, III, oil, oilment; see note 33.

دهن حب القطن (*duhn ḥabb al-quṭn*). III, *duhn* of cotton seed.

دهن القرع (*duhn al-qarʿ*). III, *duhn* of squash

دهن الورد (*duhn al-ward*). I, III, *duhn* (oil) of rose.

دهن الورد المتخذ من الشيرج (*duhn al-ward al-muttakhadh min al-shīraj*). II, duhn of rose taken from sesame seeds; see note 65

تدهين الرأس (*tadhīn al-rā's*). II, the annointing of the head.

أدوية ، دواء (*dawā'*, pl. *adwīya*). II, III a drug, compound remedy, medicament.

دواء المغناطيس (*dawā' al-maghnāṭīs*). II, the medicament made from magnet.

ذرور (*dharūr*). III, 'powder', a subclass of *kuḥl*, a compound ocular remedy

مرئيات (*mar'iyāt*). III, vision, viewing.

رجلة (*rijla*). I, garden purslain.

رداءة (*radā'a*). I, detrimental nature, bad quality.

رطوبات ، رطوبة (*ruṭūba*, pl. *ruṭūbāt*). I, II, humor, moisture.

ترطيب (*tarṭīb*). I, cooling measures or procedures.

ارتفاع (عن) (*irtifāʿ ʿan*). I, detachment [of a membrane].

رقبة (*raqaba*). III, neck.

رمد (*ramad*). I, II, ophthalmia.

رماد ورق الآس (*ramād waraq al-ās*). III, ashes of myrtle leaves.

رمان (*rummān*). III, pomegranate.

روايح عطرة (*rawā'iḥ ʿaṭira*). II, aromatic perfumes

ريشة (*rīsha*). III, a thin feather or quill used in removal of pterygium.

ريق (*rīq*). I, II, III, saliva.

زبد البحر (*zabad al-baḥr*). I, cuttlefish 'bone'; pumice, coral; see note 31.

زعفران (*zaʿfarān*). I, II, III, saffron.

مزمن (*muzmin*). I, chronic, long-lasting.

زنجار (*zinjār*). I, III, verdigris, oxide of copper or iron.

مزاوير (*mazāwīr*). I, a variant of *mazāwir*, any gruel or broth, usually given the sick person; see note 20.

زيادة عصبية (*ziyāda ʿaṣabīya*). III, nervous excrescence; see note 77.

سبل (*sabal*). II, III, 'rain', trachomatous pannus.

سخونة (*sukhūna*). I, fever.

سعوطات (*saʿūṭāt*). II, snuff-medicines, sternutatories.

تسعط (*tasaʿʿuṭ*). II, snuffing, to take (a medicine) as snuff.

سكر سليماني (*sukkar Sulaymānī*). II, Sulaymānī sugar; see note 30.

Glossary of Terms

[The Roman numerals I, II, III refer to the sections on trachoma, pannus, and pterygium respectively].

ابلوج (*ablūj*). I, a sugar loaf; see note 30.

أثمد (*ithmid*). I, stibnite, a native trisulphide of antimony.

اجاص (*ijjāṣ*). I, a plum or pear.

آس (*ās*). II, III, myrtle.

اسفيدباج (*isfīd-bāj*). I, (Persian) a dish made of meat, onions, butter, cheese, etc., or sometimes simply of bread and milk; see note 22.

اساة ؛ آسي (*āsī*, pl. *usāt*). II, physician.

اشق (*ushshaq*). III, gum ammoniac.

اصل السوس (*aṣl al-sūs*). III, licorice (glycyrrhiza) root.

افتيمون (*iftīmūn*). I, thymeweed.

اقليميا (*iqlīmiyā*). I, cadmia, calamine, zinc ore; scoria.

ألم (*alam*). I, pain, irritation.

انزروت (*anzarūt*). II, sarcocol, gum resin of a Persian shrub.

انف (*anf*). II, the nose.

بثرية (*bathrīya*). I, resembling a pimple or pustule.

برادة (*barāda*). II, a coolant; synonymous with *barūd*?

برود (*barūd*). II, a 'coolant', a subclass of *kuḥl*, a type of collyrium.

برود هندي (*barūd hindī*). II, Indian Coolant, a type of collyrium; see note 71.

المبردات (*al-mubarridāt*). II, coolants, herbs or drugs that cool.

تبريد (*tabrīd*). I, II, a cooling property; a cooling procedure.

بصر ، ابصار (*abṣār*, *baṣar*). II, vision, sight.

بصل (*baṣal*). II, onion.

باقلا (*bāqillā*). II, broad beans.

بقول حادة (*buqūl ḥādda*). I, pungent vegetables.

بلغم (*balgham*). I, III, phlegm.

بنفسج (*banafsaj*). I, (Persian) violet.

ابهام (*ibhām*). II, thumb.

بورقية (*bawraqīya*). I, nitrous.

بول (*bawl*). II, urine.

ثور (*thawr*). I, pustule.

ثوم (*thūm*.) II, garlic.

جرب (*jarab*). I, trachoma (lit. scabies); scabbing, itch, mange.

مجربة (*mujarriba*). I, trachomagenic [medicaments]; substances causing trachoma.

تجفيف (*tajfīf*). I, drying property; drying procedure.

مجففات (*mujaffifāt*). I, substances which are drying or dessicative.

اجفان ، جفن (*jafn*, pl. *ajfān*). I, II, III, eyelid.

جلاء (*jallā'*). III, a cleansing or purging power; also an ability to brighten and polish; an attribute of drugs and in particular certain *kuḥls*.

جلد (*jild*). II, skin.

حجب (*ḥujub*). II, tunics.

حدة (*ḥidda*). I, acridness [of a collyrium].

حاد ، حادة (*ḥādda*, *ḥādd*). I, II, III, acrid.

حديد (*ḥadīd*). III, a surgical knife (a general term).

حدقة (*ḥadaqa*). III, the pupil of the eye.

حار (*ḥarr*). I, feverish [blood].

حرارة (*ḥarāra*). II, inflammation.

احتراق (*iḥtirāq*). I, inflammation.

محترق (*muḥtaraq*). I, fevered [blood].

حركة محللة (*ḥaraka muḥallila*). III, movement which resolves or dissolves [the superfluities of the eye].

حصفية (*ḥaṣafīya*). I, resembling dry mange.

حضض (*ḥuḍaḍ*). II, lycium.

حك (*ḥakk*). I, rubbing, scraping.

حكة (*ḥikka*). I, II, itching; blepharitis.

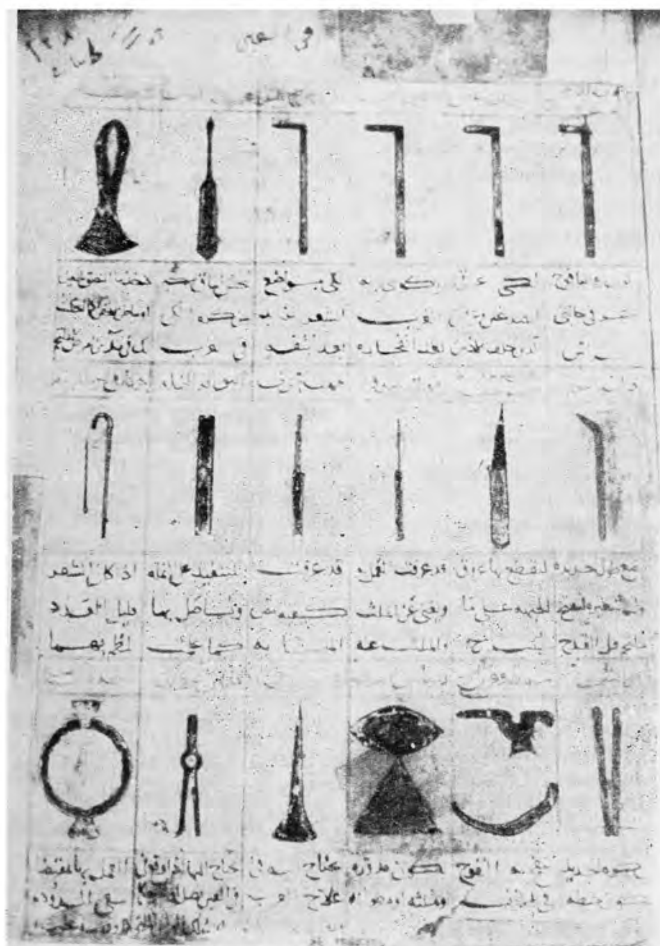


Fig. 5 Paris, Bibliothèque Nationale arabe MS 1043, fol. 43a Ophthalmological surgical instruments from the *Kitāb al-kāfī fī al-kuḥl*, written between 1266 and 1275 A.D. by Khalīfa ibn Abī al-Maḥāsin al-Ḥalabī.

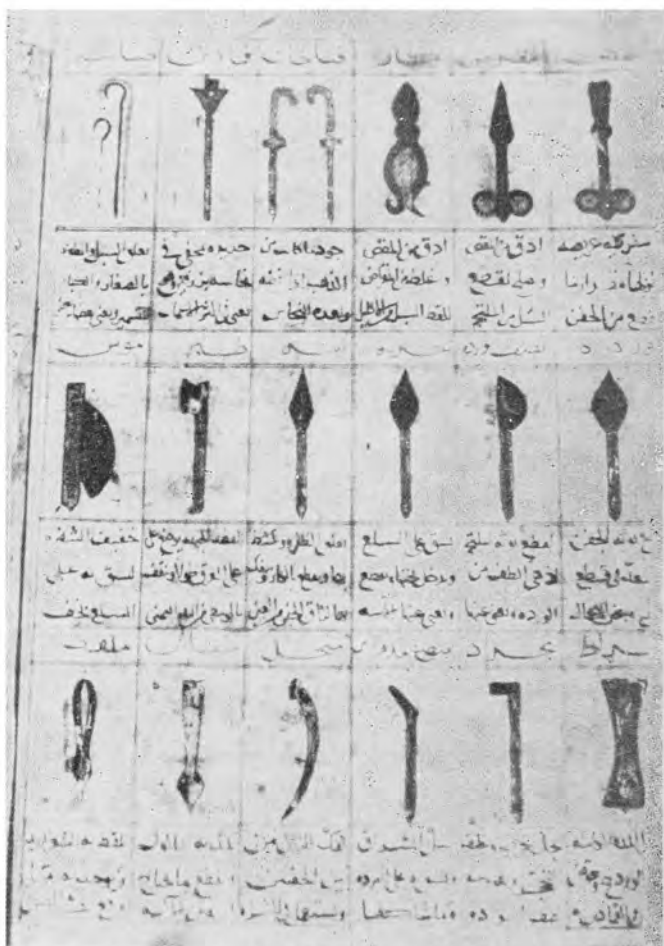


Fig. 4 Paris, Bibliothèque Nationale arabe MS 1043, fol. 42b Ophthalmological surgical instruments from the *Kitāb al-kāfī fī al-kuḥl*, written between 1266 and 1275 A.D. by Khalīfa ibn Abī al-Maḥāsin al-Ḥalabī.

بسم الله الرحمن الرحيم

17

كتاب المهذب في حكمة العين

يشتمل على مقدمة و ثلاثة فنون تشتمل على جمل و فصول
تأليف الحكيم الفاضل و الفيلسوف الكامل علي
بن ابي الحزم القرشي عفى الله عنه

المقدمة تشتمل على ثلاثة فصول

الفصل الاول في ماهية صناعة الكحل

هذه صناعة موضوعها اعين الناس بما هي قابلة للصحة
ومقابلها ومقصودها حفظ صحة العين موجودة واعادتها
مفقوده وانما يتم ذلك لمن عرف اجزاء العين ومزاجها
وخلقتها وعرف صحتها وانواع امراضها والاسباب التي
بها يمكن هذا الحفظ والاعادة والعلامات التي يتعرف
بها صحة العين فلذلك وجب اشتمال الجزء النظري
من هذه الصناعة على هذه المعارف الاربع واما
الجزء العملي فيشتمل على علم حفظ صحة العين وعلاج
امراضها وهذه الصناعة جزء ما من صناعة الطب
لان نظرها في بعض ما ينظر فيه الطب مع اتحاد الجهة
والمقصد وانما اختصت العين بصناعة دون باقي
الاعضاء المعروفة امراضها واوجاعها والافراد في
عمل ادويتها واستعمالها خبرة تامة وستعرف
ذلك الفصل الثاني في اختلاف الحيوانات
بحسب العين تختلف الحيوانات في ذلك بوجوه
الاول وجود العين وعدمها فان الاسفنج والحلازين
لا اعين

Fig. 3 Bibliotheca Vaticana, Sbath MS 17, fol. 1b *Kitāb al-muhadhdhab fī ḥikma al-ʿain* by Ibn al-Nafīs.



Fig. 2 Bibliotheca Vaticana Arab. MS 307, fol. 186a The last folio of the *Kitāb al-muhadhdhab fī ṭibb al-ʿain* by Ibn al-Nafīs.

كتاب

المهذب فى طب العين

تاليف الاستاذ

الامام العالم العلامة

علايدين ابن

ابى الحزم

القرشى





a/s. 40

nov. CCCVIII.

307 arabo

Fig. 1 Bibliotheca Vaticana Arab. MS 307, fol. la. *Kitāb al-muhadhdhab fī ṭibb al-ᶜain* by Ibn al-Nafīs.

along the membrane, and is extirpated as far as possible, for the pterygium will grow back from any that remains, except, indeed, for the part along the cornea, for its supplies are cut off[88] and medication annihilates it.

When the excision (*qaṭ*^{c}) is finished, and a sufficient amount of blood drawn up, there is dropped into the eye saliva from chewed cumin and salt, and then egg yolk with *duhn* of rose. The eye is dressed with that and is bandaged, accompanied by a large amount of movement so as to prevent adhesion. Then the oil (*duhn*) of rose and egg yolk is repeated for three days. After that it is then treated with one of the drugs we mentioned first, in order to destroy the vestiges of the pterygium on the cornea or the conjunctiva, whose removal was difficult. And of course there should be abandonment of meats for several days after the excision, and cleansing of the body and head before it.

88. The idea apparently is that the portion of pterygium along the cornea, if the rest is extirpated, is cut off from the point of origin of the pterygium and hence from its source of nourishment and growth. The observation was apparently made quite early that the recurrence of pterygium is quite usual, for it was mentioned by the 6th-century Byzantine physician Aëtius (J. Hirschberg, *Die Augenheilkunde des Aëtius aus Amida, Griechische und Deutsch* (Leipzig: Viet, 1899) p. 151). This recurrence defies all medical techniques known today (see P. D. Trevor-Roper, *The Eye*, *op. cit.*, p. 461).

which has been pulverized and again pulverized along with oil (*duhn*) of squash or oil (*duhn*) of cotton-seed; and likewise frankincense pulverized and placed in hot water for an hour; and the annointment with licorice root is gratifying.

It is fitting that the use of these drugs follow the steam bath or bending down over steam until the face is red and the subsequent use of probes of the Gray [Kuḥl]; but that is not called for in the case of the imbalanced temperament [dyskrasia] of the eye.[83] But quite definitely there should be cleansing of the body and head first.

When the pterygium is thick there should definitely be stripping (*kashṭ*). The procedure is that the patient is laid on his back and his eye is opened as we have described for pannus. The pterygium is raised with one hook or several hooks and is undercut laterally as far as the head of a couching needle[84] or *mislakh*[85] or a thin feather[86] can penetrate. By this means the pterygium is stripped away from the conjunctiva and cornea, if it does not adhere too strongly. So then it is cut; and when the corner of the eye is reached, it is cut crosswise. Care must be taken to avoid cutting any flesh [in the corner of the eye]. The pterygium is distinguishable from the flesh [in the corner of the eye] by the fact that it is hard and of a different color from the flesh.

If the stripping is not easy, it is removed with the knife,[87] with care,

---

and use of Chinese porcelain, see Paul Kahle, "Chinese Porcelain in the Lands of Islam" in P. Kahle, *Opera Minora* (Leiden: Brill, 1956) pp. 326-361. Kahle does not mention this use of Chinese porcelain by Ibn Sīnā.

Ibn al-Nafīs, by omitting the reference to Chinese porcelain, either felt that to be an unnecessary stipulation or found such porcelain to be a rather scarce commodity in 13th-century Egypt. Although Chinese porcelain is known to have been plentiful in 11th-century Egypt, there is little evidence of Chinese porcelain from Mamluk Egypt. It has generally been assumed that the porcelain was taken as booty by Sulṭān Salīm in 1517 and after. Perhaps this omission by Ibn al-Nafīs points to a scarcity of the product more than 200 years earlier.

83. When the blood, phlegm, yellow bile, and black bile are equally mixed, the state of the part or body is called *iᶜtidāl al-mizāj* 'the equilibrium of the temperament' or *eukrasia*. When there is an imbalance, or *dyskrasia*, the body is diseased. The Arabic for the latter is usually written as *sū' al-mizāj*, but here it is written as *say' mizāj*.

84. *mihatt*. For an illustration of the standard needle used for couching a cataract, see Fig. 5, the middle row, third instrument from the right.

85. See note 60 above for this instrument.

86. A thin feather or quill (*rīsha*) was frequently referred to by early Islamic physicians when describing the removal of pterygium or pannus. For example, the 10th-century ᶜAlī ibn al-ᶜAbbās al-Majūsī defines a quill (*rīsha*) as a feather (*rīsh*) from a dove (*ḥamām*) which is smooth at the tip. Al-Majūsī goes on to suggest, as did later Ibn Sīnā, as an alternative to the quill the use of a sharp needle threaded with a hair from some beast of burden (*dawābb*). In this procedure "you are to insert the needle under the pterygium near one corner and pass it out at the other corner. Then you leave the needle and using your hands pass the hair along under the pterygium to the area of the pupil and excise the pterygium with it and trim it from the eye" (al-Majūsī, *Kitāb kāmil fī al-ṣināᶜa* (Cairo: Būlaq, 1294/1877) Vol. II, p. 475). This procedure was not followed by Ibn al-Nafīs, even though it had been advocated by Ibn Sīnā as well as al-Majūsī.

87. *ḥadīd*, a general term for a knife; no specific surgical instrument is referred to here.

burnt copper, green vitriol and goat's gall in equal parts. Also green vitriol and Andarānī salt, one part each, and 1/2 part gum, mixed with wine. Or burnt copper, green vitriol, caper root bark, sal ammoniac and gall of goats or oxen with honey; or similarly buck gall with honey. Or magnet, verdigris, red clay, and gum ammoniac,[81] one part each, and 1/2 part saffron; and one *ūqīya* of that is worked into two *quṭals* of honey.

There is also the annointment of the eye with white vitriol and sal ammoniac, and also rubbing the pterygium several times during the day with a potsherd from a glazed bowl which has had the finish (*taghḍīr*) rubbed off[82] and

the primary characteristic of the Shiyāf. Because Ibn al-Nafīs did not give a recipe for such a Shiyāf in his chapter dealing with compound remedies, as he did for all other compound remedies mentioned by name in these chapters, I have emended the text slightly to make it clearer that the following recipes are various versions of the Dinārkhūn Shiyāf. However, since none of the recipes contain the hallmark of Dinārkhūn (according to al-Rāzī), they might be interpreted as recipes for a nameless Shiyāf, in which case Ibn al-Nafīs simply omitted altogether the recipe for the Dinārkhūn.

The spelling of the name as Dinārkhūn or Dinārjūn seems preferable to my earlier reading of it as Diyārkhūn, although the latter interpretation does possibly allow it to be a transliteration of the Greek *diarkhon* meaning sufficient or long-lasting (see E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.*, p. 109).

81. Note that gum ammoniac (*ushshaq*) constitutes a correction of my previous reading of 'starch' (*nashā'*); see E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.*, p. 105. For a discussion of gum ammoniac in medieval Islamic medicine see M. Meyerhof, "Un glossaire ... Maimonide", *op. cit.*, no. 124.

82. Al-Rāzī, citing the Syrian Ibn Sarābiyūn as a source, presents the following procedure: "For pterygium, taken from among the tested [recipes], and it is one of the acrid ones; you take the pith of the cotton seed and produce from it an oil (*duhn*). Then take glazed pottery (*khazaf ghaḍār*) and rub off the glaze and pulverize the remains and crush it into a fine powder. Then crush [it] with that *duhn* and rub the pterygium with it many times during the day until it thins, God willing". (al-Rāzī, *al-Ḥāwī*, *op. cit.*, p. 139, reading *ghaḍār*, a green slip or glaze, instead of *qaḍār*).

When Ibn Sīnā repeats this recipe he says: "One takes a potsherd (*khazaf*) of a Chinese bowl (*ghaḍā'ir ṣīnī*) and rubs off the finish (*taghḍīr*, glaze, slip) and crushes it into a fine powder. After that he blends it with oil (*duhn*) of cotton seed and crushes the two together. Then he inserts a probe into the skin [surface of the mixture?] and takes the drug with it [the probe] and rubs the pterygium with it continually many times during an entire day, for this then softens it [the pterygium], and it goes away". (Ibn Sīnā, *Qānūn*, Rome 1593, *op. cit.*, Part I, p. 343).

When Ibn al-Nafīs mentions this procedure he uses the vocabulary of Ibn Sīnā, as one would expect from a commentator on the *Qānūn*, but he omits the qualification that the bowl should be of Chinese (*ṣīnī*) porcelain, as Ibn Sīnā had specified. Hirschberg feels that Ibn Sīnā cannot have intended 'from China' and suggests instead 'a region in Syria, *sceni*' (J. Hirschberg, *Augenheilkunde des Ibn Sina*, *op. cit.*, p. 84 nt. 14). The interpretation as Chinese porcelain is, however, to be preferred. Chinese porcelain was well-known in Islamic lands at least seven or eight centuries before it was known to Europe. Extensive remains of real porcelain (which could not be made outside of China before the 18th century) have been found in excavations of 9th-century ruins, such as Rayy, the town from which Ibn Sīnā came, as well as Fusṭāṭ, near present-day Cairo. There are also many written descriptions of Chinese porcelain, such as that by al-Bīrūnī who described a large collection of such porcelain in a home in Rayy shortly after 1000 A.D. The 15th-century al-Maqrīzī quotes an 11th-century source on the use of Chinese porcelain egg-shaped vessels by physicians in Cairo to boil eggs, and the 13th-century scholar Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī used pulverized potsherds as a medicament for the teeth and as a styptic to stop nose bleeds. For a thorough discussion of literary and archaeological evidence for the early Islamic knowledge

gray are both melancholic, but the smoothest of them is the thin, white variety.

It injures the eye in two ways, the first being that it hinders the dissolution of the superfluities from underneath it, and so they [the superfluities] increase in the eye and make it [the eye] diseased. The second way is that it renders difficult some of the motions of the eye or prevents them altogether; and that has two results. The first is the failure of some of the viewing, except by the movement of the head or neck,[78] and secondly [the formation of] the large amount of superfluities due to the failure of the resolving motion.

The treatment: Treatment by drug is frequently not adequate because pterygium is so thick; and furthermore this type of treatment injures the eyeball, since these drugs are inevitably acrid and caustic even though they are strongly cleansing. But the thin type may profit from ashes of myrtle leaves,[79] or 'seafoam' or juice of sour pomegranate pressed with fat rectified with honey.

Stronger remedies are the Rūshnāyā and Acrid Bāsilīqūn [Kuḥls], and the Trachoma Shiyāf, and the Dinārkhūn[80] which is a Shiyāf taken from

78. The patient must turn his head to see, for he is unable to rotate the eyeball freely. Pterygium can indeed mechanically interfere with the movement of the eye when it is very extensive.

79. This interpretation of 'ashes of myrtle leaves (*bi-ramād waraq al-ās*)' does not require emending the text as did my previous rendering as 'the Ash-Colored [kuḥl] and mashed myrtle (*bi-ramādī wa diqq al-ās*)'; see E. Savage-Smith, "Drug Therapy, *op. cit.*, p. 105.

80. The word in the Arabic text is not written very clearly and does not have diacritical points, so that it can be read in several different ways. The reading Dinārkhūn suggests an early Greek term from the verb *dianarkao* meaning 'to grow numb', perhaps equivalent to the concept of 'narcotic' medicaments which Ibn al-Nafīs termed *al-mukhaddira* in his chapter on pannus. The term (no matter how the diacritical marks are placed) is not very common in the ophthalmological literature. Al-Rāzī in the *Kitāb al-ḥāwī* mentions a *dinārjūn* Shiyāf which has been proven for trachoma and has as one of its ingredients *zarnīkh* (a sulfide of arsenic, possibly orpiment), and he cites as a source the handbook of Ibn Sarābiyūn which was written in Syriac about 873 A.D. and translated into Arabic (al-Rāzī, *al-Ḥāwī*, *op. cit.*, p. 138). Later in the same treatise al-Rāzī, quoting from (his own?) Great Formulary (*al-Aqrābādīn al-kabīr*), says: "The Shiyāf of *zarnīkh* is useful for pterygium and for red vessels in the eye, and it is the Shiyāf known as Dinārjūn. Its recipe: 1 dirham each of cadmia, cinnabar (? *shanjafr*, a mistake for *shanjarf* ?), realgar (*zarnīkh aḥmar*, red sulfide of arsenic), and *ṭabarzad* sugar; 1 dāniq each of myrrh, root (type not specified), and saffron; ½ dirham gum ammoniac and ½ dirham frankincense. Dissolve the gum ammoniac in water and make a Shiyāf with it." (al-Rāzī, *al-Ḥāwī*, *op. cit.*, p. 144).

It is possible that the reading *dinārjūn* rather than *dinārkhūn* is due to the editor of the *Kitāb al-ḥāwī*. There must indeed have been confusion among Islamic writers as to the spelling of the name of this Shiyāf. In the *Qānūn* of Ibn Sīnā printed in 1593 the term is written with no diacritical marks (*Qānūn* III,3,ii,11; Rome, 1593, Part I, p. 343; see note 23 above). It is listed by Ibn Sīnā as one of several Shiyāfs recommended for pterygium, all of whose recipes, he states, are given in the Formulary (*qarābādīn*). However, in the section of his Formulary which gives the compound eye remedies, such a remedy is *not* mentioned (*Qānūn* V,2,ii; Rome, 1593, Part II, pp. 249-255). J. Hirschberg in his translation of Ibn Sīnā reads the word as 'dinarchum', adding that the word in the Latin translation, *divaricum*, is meaningless (J. Hirschberg, *Augenheilkunde des Ibn Sina*, op. *cit.*, p. 83 nt. 9; Avicenna, *Liber canonis*, *op. cit.*, fol. 210a).

Ibn al-Nafīs's recipes do not include a sulfide of arsenic even though al-Rāzī indicated that it was

III

On Pterygium[75]

It is a form of pannus but differs from it in that the congestion which causes pannus is spread over the exterior of the eyeball and the exterior of the conjunctiva, while here it is especially associated with the greater corner – that is, the larger [inner] – or the smaller, or both at the same time. This is because of the excess of superfluities in the corner, since the movement of the eyelid resolves them in the rest of the eye.[76] And, in addition, the vessels are numerous in pannus, while not in pterygium since it [pterygium] is a nervous excrescence.[77]

It differs in color, being either red, or yellow, or pale-gray, or off-white. [It differs] with respect to its condition in that it may be either hard or soft. And [it differs] in the degree of tenacity with which it adhers to what it is upon; sometimes it is only slightly adhesive, so that it can be easily removed, while sometimes it has coalesced with what is under it. [It differs] in size in that it is small, or large, extending over some of the cornea, or reaching to some or all of the pupil and thus hindering vision. [And it differs] with regard to thickness in that it is thin or thick, and with respect to the substance (*mādda*) in that the thin white [type] is composed of phlegm, while the red and pale-

---

for a child. The 10th-century al-Zahrāwī calls human milk *laban nisā'* and recommends it as a vehicle for the application of a *duhn* of rose for certain conditions (S. K. Hamarneh and G. Sonnedecker, *Pharmaceutical View*, *op. cit*,. p. 118). The 9th-century physician ʿAlī ibn Sahl Rabbān al-Ṭabarī says, when giving the preliminary treatment of eye diseases, that one should "take egg white and *duhn* of rose and milk of a woman who is a suckling wet-nurse [*laban amrā'a(tin) tarḍiʿu jāriya(tan)*] and place them in a vessel and dip into it a cotton cloth which is then placed on the eye" (al-Ṭabarī, *Firdaus*, *op. cit.*, pp. 175-176.).

For further references to early physicians employing the term *laban jāriya* see *Wörterbuch der klassischen arabischen Sprache*, *op. cit.*, Vol. II, p. 162 a40-b4.

The recipe given here by Ibn al-Nafīs is found in nearly identical form, where it is also recommended for pannus, in the medical formulary *Dustūr al-bīmāristānī* written by Abū al-Faḍl Dā'ūd ibn Abī al-Bayān al-Isrā'īlī (d. ca. 638/1240), who worked at the Nāṣirī hospital in Cairo in the late 12th and early 13th century. See Paul Sbath, "Le formulaire des hôpitaux d'ibn al-Bayān", *Bulletin de l'Institut d'Egypte*, 15 (1933), 52, and for an English translation of this particular recipe given by Ibn Abī al-Bayān see M. Levey, *Medical Formulary*, *op. cit.*, p. 11.

75. Comprising the 9th subsection (*faṣl*) of the first chapter (*bāb*, on diseases of the conjunctiva) of the third section (*jumla*) of the second book (*namaṭ*). This chapter occupies in V fols. 125b-126b and is not included in S which is an incomplete manuscript.

76. The idea apparently is that the eyelids, through blinking, keep the central area of the eye clear while the superfluities build up in the corners.

77. *ziyāda ʿaṣabīya*. The application of the term 'nervous' membrane or 'nervous' excrescence to pterygium can be traced back to Greco-Roman medicine. See for example, Celsus (*De medicina* VII,7) who calls it *membranula nervosa*, or Galen who refers to it as a *neurodes* projection of the conjunctiva (Galen [spurious?], *De remediis parabilibus* II,4; Kühn XIV, 410-411). While the conjunctiva is endowed with nerves, it is possible that ancient and medieval physicians intended the term *neurodes* and its Arabic equivalent ʿ*aṣābīya* to mean 'fibrous' in this context.

The pannus may be accompanied by ophthalmia, in which case the basic procedure is purging and cleansing, without the coolants (*al-mubarridāt*) and narcotics (*al-mukhaddira*), while the Gray [Kuḥl] is in that case good. If along with the pannus there is inflammation, the Sumac Shiyāf is beneficial; it is produced from juice of macerated sumac thickened with gum and sarcocol, or it may be extracted from sumac alone. It is also useful for the ophthalmia accompanying pannus.

Among those things which are tested for mild pannus, there is the shell of fresh egg, boiled in vinegar and dried in the shade and used gently. Also there is marcasite along with the Ash-Colored [Kuḥl], and also a coolant of pure copper with urine; and similarly the Styptic Shiyāf[72] and the Mild Red, the Acrid Red, and the Trachoma Shiyāfs. And the medicament of magnet and the bleeding of the two [inner] canthi are good for pannus.

Similarly, the continual inhaling of sweet marjoram and snuffing with something like this medicine: white hellebore[73] 1 dirham, 2 dāniqs of myrrh, $\frac{1}{4}$ dirham of lycium and 4 dāniqs of aloe, kneaded with extract of sweet marjoram and ground like small lentils. A grain is used every day, with the milk of a wet nurse.[74] Similarly, white hellebore, sweet rush, and rose, in equal parts, are pulverized and blown into the nose.

72. The name of the Isṭifṭīqān Shiyāf is a transliteration of the Greek word *styptikon* meaning astringent. For the recipe given by Ibn al-Nafis see E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.*, p. 109 nt. 28.

73. *Kundus*. In this context it is probably a type of sneezewort (Achillea ptarmica). It has also been interpreted as a type of soapwort and as white hellebore; see Werner Schmucker, *Die pflanzliche und mineralische Materia Medica im Firdaus al-Ḥikma des ᶜAlī ibn Sahl Rabbān al-Ṭabarī*(Bonn: Selbstverlag des Orientalischen Seminars der Universität, Bonn, 1969) pp. 362-363 and M. Levey, "Medieval Arabic Toxicology", *Transactions of the American Philosophical Society*, n. s., 56 pt. 7 (1966) 96. Ibn al-Baiṭār in his 13th-century treatise on materia medica criticized the translator Ḥunain ibn Isḥāq for having incorrectly identified the Greek *strouthion* (soapwort) with the Arabic *kundus* (see M. Meyerhof, *Ten Treatises, op. cit.*, p. 121 nt. 5). For numerous other Arabic references to this plant either as a plant containing saponin or as a sneezewort and sternutatory see *Wörterbuch der klassischen arabischen Sprache, op. cit.*, Vol. I, p. 317 a 27-b18. Note that this reading of *kundus* is a correction of may previous reading of *kundur* 'frankincense' (E. Savage-Smith, 'Drug Therapy", *op. cit.*, p. 104); the word is clearly written in the manuscript as *kundus*.

74. The use of human milk in applications of remedies for the eye can be traced back to Greco-Roman and Byzantine medical practices; see, for example, Paulus Aegineta, *Seven Books, op. cit.*, Vol. III, pp. 79-80. The term *laban jāriya*, 'milk of a young woman or wet nurse' employed by Ibn al-Nafīs here and in a recipe given in his earlier formulary (see above note 2) is not a common term for human milk in the ophthalmological literature, although it does occur in early medical writings. It is found in the 9th-century formulary by al-Kindī where it is used as a vehicle for applying a sternutatory taken nasally (M. Levey, *Medical Formulary, op. cit.*, pp. 46-47). Elsewhere in his formulary al-Kindī uses the more frequently encountered expression *laban imrāʾa* 'woman's milk' where it is used in preparing a drug for a toothache which is administered nasally as well as in the corner of the eye (*ibid.*, pp. 96-97; *cf.* M. Meyerhof, *Ten Treatises, op. cit.*, p. 223). Al-Kindī also mentions *laban ummihi* 'milk of its mother' when referring to a vehicle to be used in applying a nasal remedy

eye is dressed with cotton dipped into the *duhn* of rose and egg yolk, repeating the dropping of that into the eye many times in that day and night, along with frequent turning of the eyeball and preventing the patient from sleeping through that night.

Then early on the following day he washes the face with water in which roses were cooked or with water mixed with rose-water. Then he examines under the eyelid by turning under the lid a probe wrapped in cotton which has been dipped in *duhn* of rose. If sticking is found, he breaks it with the *mislakh* and then continues the dropping in of saliva after chewing cumin and salt. If not, then he continues dropping in the *duhn* of rose with egg yolk, and after three days uses the following eye powder (*dharūr*) for three more days. Its recipe is: 1 dirham each of sarcocol, Sulaymānī sugar,[66] and starch, $^1/_2$ dirham of 'seafoam', $^1/_4$ dirham of saffron and $^1/_6$ dirham of aloe.

If ophthalmia occurs in the eye, it is treated with its own treatment. If not, then the steam bath is entered, and then there is annointment with the 'cleansing' Kuḥls.[67] The abandonment of meats for three or four days is appropriate after excision, accompanied by exertion in the movement of the eye to prevent adhesion. This is when the pannus is true and thick.

As for the lesser and truly very thin type, after the cleansing there is strengthening of the brain with aromatic perfumes, such as are delicate and alleviate heat – for example, ambergris, *nadd*,[68] and black nightshade, and similarly the smelling of extract of myrtle with a little musk. There should be forsaking of thick foods such as cabbage, lentils, fish, milk, broad beans, and legumes, and such foods as are strongly aromatic, even if[69] they are hot, such as onion and garlic. The resolving and cleansing Kuḥls such as the Rūshnāyā and Bāsilīqūn, and likewise the *Dāraj* Shiyāf[70] and the Green Shiyāf, are used. The annointment is as follows: the eyelid is turned over and the eye rubbed with the medicine, and after the quiescence of the inflammation the Kuḥl is repeated. Then following that, it is annointed with the Ash-Colored Kuḥl or the Indian Coolant[71] or similar one.

---

roses were removed and the sesame seeds ground and pressed, and an oil produced. See S. K. Hamarneh and G. Sonnedecker, *Pharmaceutical View*, *op. cit.*, pp. 85-86 and 105-106.

66. See note 30 above.

67. The adjective *al-jallā'a* can mean polishing or brightening as well as cleansing or purgative. The latter is the more usual meaning in a medical context. It refers to a class of Kuḥls which are intended to clear and brighten vision, and obviously include those such as al-Rūshnāyā, the 'light-bringing' Kuḥl.

68. A perfume compounded of ambergris, musk, aloes and camphor. See Muḥammad ibn Qassūm ibn Aslam al-Ghāfiqī, *al-Morchid*, *op. cit.*, p. 105 nt. 4.

69. If the text is accepted as it stands *wa-in* 'even if' might imply a very special status given onion and garlic in which some would consider, since they are hot, that they were beneficial even though strongly aromatic. On the other hand, it is likely that a word was omitted from the text, and that it ought to read *wa-khāṣṣat (an) in*, meaning 'and especially if [they are hot]...'.

70. *dārij* means 'of current use'. For the recipe for it given by Ibn al-Nafīs in his chapter on compound ocular remedies see E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.*, p. 101.

71. For the recipes which Ibn al-Nafīs gave for the Ash-Colored Kuḥl and the Indian Coolant (Barūd) see E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.*, pp. 99-100.

he begins by cutting from the outer angle of the eye what is along the root of the upper eyelid, and when he reaches the larger [inner] corner he cuts in a similar fashion what is along the root of the lower eyelid. When it remains attached only near the cornea, he draws up the hooks a little and moves them in order to accomplish the denuding of that which is along the 'crown'.[61] Then he cuts it from the outer angle of the eye toward the larger [inner] corner, and removes the entire thing with a single ring-like cut. The skilled of the physicians perform that with speed and agility and extirpate all the layers of the membrane at one time so that the conjunctiva is trimmed clean, without the repetition of the cutting and lifting,[62] both of which cause pain to the patient; but that is not prohibited.[63]

So he cuts the portion which is adjacent to the upper eyelid first, and then that which is contiguous with the lower lid; and it may be required to repeat the lifting and cutting when it happens that some of the layers of the pannus remain. This may come about through the insertion of the hooks [in a manner] so that they do not reach the conjunctiva.[64] Whether the conjunctiva has been properly cleared may be ascertained by passing the *mislakh* along the outside of it; if it is not attached at any point, it has been cleared. The same procedure is used to check whether the white of the eye is free of any trace of the parts of pannus. When [the physician] cuts in the larger [inner] corner, he must be careful not to overdo it; otherwise some flesh of the canthus may be removed and there would occur that danger which we have mentioned in its appropriate place.

When the excision is completed and he [the physician] has drawn up a sufficient amount of blood, a piece of cotton is twisted on the end of a probe and the eye is cleaned of the remaining blood with it. Then he [the physician] spits into the eye in order to stop the pain; then the remaining blood is washed away. He then drops into the eye the saliva pressed from cumin and salt, which have been chewed and pressed through tightly woven linen. Afterwards he drops into it *duhn* of rose taken from sesame,[65] mixed with egg yolk, and the

61. *iklīl* 'crown', that is, the limbus of the cornea, the periphery of the cornea where it joins the sclera.

See *Wörterbuch der klassischen arabischen Sprache* (Wiesbaden: Harrassowitz, 1970 +), Vol. I, p. 572a 31-38 for examples of earlier uses of the term *iklīl* for the sclerocorneal rim.

62. *taᶜlīq*, the raising up of the membrane of pannus by means of the tenacula.

63. Further lifting up by the hooks and cutting of the membrane is not prohibited. However, removing it completely in one cutting is considered best, for it is less painful to the patient.

64. According to the view of pannus current at that time, some layers of pannus were on occasion not removed at the first attempt because the hooks had not been inserted far enough to penetrate through the entire membrane (pannus) and reach the conjunctiva.

65. According to the 10th cent. al-Zahrāwī, the method of making a *duhn* (ointment) of roses from sesame seed was developed in Iraq. Whole unhusked sesame seeds were spread on a sheet with a layer of roses over them, and the sheet was allowed to stand for a day and a night. The procedure was repeated with fresh roses for several days until the sesame seeds took on the scent of the roses. Then the

be gargles and snuff-medicines and similar things which cleanse [and clear] the head.

If the pannus is truly thick, then its excision (*laqṭ*) is required. The nature of that is [the procedure is] that the patient is laid on his back and his eyes opened, either with the 'openers'[57] or the two thumbs of the servant. If the eyelid is slippery because of being moist or some such reason, cotton or a piece of coarse cloth is put between it and the thumb. Care should be taken to avoid the eyelid being everted during this opening, for then something [might] be cut from it, and in most cases adhesion [then] occurs. Similarly it is necessary that the eyelashes be pushed out of the way so that the scissors[58] do not cut them.

Then the physician begins, and the pannus is lifted first at the larger [inner] corner of the eye with a hook,[59] at the smaller corner with another, and in the middle of the conjunctiva where it touches the root of the upper eyelid with two [hooks]; it is done similarly with the lower eyelid. It is cut at the outer angle of the eye (*laḥāẓ*) as far as the *mislakh*[60] can be inserted into it. He [the physician] perforates it along the conjunctiva up to the larger corner. Then

57. *fatāḥāt*, a surgical instrument used for keeping the eye open during surgery. For an illustration of a pair of such 'openers' see Fig. 4, top row, fourth from the right.

58. For an illustration of scissors (*miqrāḍ*) see Fig. 4, top row, second from the right, which shows a pair to be used specifically for 'cutting pannus from the conjunctiva'.

59. *ṣunnāra*, a small hook or tenaculum. For an illustration of three such hooks (*ṣanānīr*) recommended for lifting up pannus, see Fig. 4, top row, the left-hand column.

60. *mislakh*, an instrument, probably a very thin scalpel, used for skinning. The name is from a root meaning to skin or flay. It is not a common name for a surgical instrument in the Islamic literature. For example, it does not occur in the surgical section of *Kitāb al-taṣrīf* by the 10th-century al-Zahrāwī (Abulcasis), nor is it mentioned by the 10th-century oculist ʿAlī ibn ʿĪsā al-Kaḥḥāl nor the 13th-century Syrian oculist Khalīfā ibn Abī al-Maḥāsin al-Ḥalabī whose illustrated treatise written between 1266 and 1275 was the source for the illustrations in Figs. 4 and 5. Furthermore, the surgical tract by Ibn al-Quff also written in Syria in the 13th century does not mention it. It is possible that a surgical instrument of such a name first came into use in 13th-century Egypt, for Ibn al-Nafīs appears to be the first to use it. It occurs again as a surgical instrument in the ophthalmological treatise written about 1296 by Ṣalāḥ al-Dīn ibn Yūsuf al-Kaḥḥāl al-Ḥamawī (Paris, Bibl. Nat., arabe MS 3008, fol. 88a).

It is not entirely clear whether Ibn al-Nafīs intended for the *mislakh* to be used as the only cutting agent or whether it was to be used only to make the initial opening in the 'membrane' into which the scissors would then be inserted. The early 14th-century oculist Ibn al-Akfānī, who also practiced in Cairo as Ibn al-Nafīs had earlier, uses the instruments called *mislakh* and *mihaṭṭ* interchangeably in the removal of pannus. The latter is a needle used for couching a cataract (illustration in Fig. 5, middle row, third from the right). Ibn al-Akfānī says: "Then you take a lancet (*mibḍaʿ*) having a rounded head and with it you open a place [in the pannus] in which there is then inserted the head of the couching needle or the *mislakh*, cutting it from the conjunctiva. Then you cut with the scissors (*miqrāḍ*) having a rounded head, cutting with care and caution and not overlooking any of its vessels, for from them pannus can quickly arise again" (Cairo, Dār al-Kutub MS 87 ṭibb, fol. 26a, MS Ṭibb Ḥalīm 46, fol. 25a). Earlier Islamic physicians frequently employed only the couching needle or a quill to remove the pannus, unassisted by scissors.

See the following chapter on pterygium where Ibn al-Nafīs used the *mislakh* interchangeably with the couching needle or a quill.

[I]t occurs frequently in trachoma because of its weakening of the eye and [b]ecause the pain of it draws the substances there [to the eye]. It is frequent [a]fter acute ophthalmia when there is excessive cooling [in the treatment]; and so resolution (*taḥallul*) seldom accompanies it, but rather the superfluities are held back. Similarly it may be frequent in cold countries or times, and even more in cold bodies; for then also the superfluities are rarely loosened.

Pannus is one of the transmissible (*muᶜdīya*) diseases on account of the inhalation of air mixed with vapors given off by it, and thus it changes the brain and nearby areas into its own substance.[53] Therefore, if a dwelling is narrow[54] its spreading (*iᶜdā'*) is fiercer. And it is among those diseases inherited by the offspring, because the part of the semen which is derived from the eye, in the case of one afflicted with it, includes a large amount of superfluities, and so the eye propagated from him is similar.

The symptoms: As for the true pannus, it is known by the evidence of a conspicuous membrane accompanied by reddened, engorged blood-vessels and redness in the eye because of pain, itching and a large amount of superfluities, and by the existence of those conditions which follow close upon it which we have mentioned, and by other sequelae. For there accompaines it redness in the face because of the large amount of what flows to it from the pericranium (*simḥāq*) and engorgement of the blood-vessels. Therefore, there is throbbing pain in the temples because of the pressure of the substances flowing to the artery which is there. When the lower eyelid is moved there is evidence of the detachment of the end of this membrance from the conjunctiva.[55] As for the cornea, there is evident on it something like smoke along with reddened blood-vessels. When this pannus is very acute there is frequently inflammation in the eye, and similarly, itching, throbbing pain and flowing of tears.

As for the other type, it is known by what we have discussed, and the evidence is something like thin clouds, and under the tunic of the conjunctiva it is accompanied by a slight inflammation.

The treatment required: You begin first with the cleansing of the body and head and its sides, with the regulation of food, with the forsaking of the anointing of the head, and the avoiding of vapors. In short, every avoidance[56] required of one affected by catarrh is appropriate, with the bleeding of the vessels of the two [inner] canthi being a clear benefit. Certainly there should

53. Literally, 'into its own nature (*ilā ṭabīᶜatihi*)'. Compare above note 41.

54. That is, the people live in crowded conditions (?).

55. This is probably a kind of symblepharon which frequently occurs in cases of chronic trachoma. See M. Meyerhof, "History of Trachoma", *op. cit.*, p. 60 nt. 1.

56. *ijtināb*. When al-Munāwī (see above note 52) repeats this passage by Ibn al-Nafīs, he uses the word *istiᶜmāl* (Cairo, Dār al-Kutub MS 181 ṭibb, fol. 88a). This gives a slightly different interpretation—that is, that every procedure or requirement, rather than avoidance, necessary for a person affected by catarrh is also appropriate for one having pannus.

veiling of the eye, for it[45] is beneficial to the eye since light hurts the vision; such damage is therefore not inconsistent with this design. As for the blepharitis and lachrymation, they result from the retention of the eye's superfluities (*fuḍūl*) under this membrane, and this is not inconsistent with the benefit derived from its veiling effect, for most of the diseases involving an abundance of discharges[46] result from these superfluities. As for the avoidance of sunlight and lamplight, it is because a large amount of light [entering the eye] is a function of the movement of a large amount of superfluities. As to the eye becoming smaller, that is because of the weakening of its firmness[47] on account of the large quantity of superfluities and because of the exchange of its nourishment for the nourishment of this membrane.[48] Even though damage is produced by something, it is not inconsistent that that thing is a natural occurrence. Thus, for example, excessive fatness is associated with harmfulness, as well as being a function of nature; and it is similar with a part of the body which is too large, and similar things. But the resolution of this matter is distant.[49]

It [pannus] may occur from a large amount of congestion[50] of the deep blood-vessels which are in the conjunctiva and the impediment of the substances (*mawādd*) and superfluities under its covering. Its state resembles the film (*al-sabal* 'pouring rain') and hence it is called also *al-musbal* ('the veiled'), and most of it comes about from the discharges[51] to the eye by way of the internal tunics. Therefore, sneezing frequently accompanies it, especially in strong light, because of its [pannus's] heating and irritating the substances. And throbbing pain in the orbit of the eye accompanies it because of the spreading of the substances into its cavity there. Pannus occurs frequently in [people with] moist brains,[52] because of the large amount of substances in their heads.

45. Emending the text from *wa dhālika wa-in* to *wa dhālika an*.

46. *al-amrāḍ al-māddīya*, literally, diseases having (an abundance) of matter, substance, discharges, or disease-matter (*mādda*; see above note 14). It is used here probably in the sense of diseases involving much congestion as well as an abundance of discharges. It may be intended as synonymous with *amrāḍ imtilā'īya* (see above note 44).

47. *haḍb*, firmness, strength (?).

48. The nourishment intended for the eye goes instead to the membrane.

49. That is, it would take the discussion far afield, or possibly that a complete resolution is not likely to occur. It is possible that the text is corrupt at this point.

50. *imtilā'*, repletion, congestion.

51. *nazalāt*, discharges, rheums, but also congestion.

52. *fī marṭūbīna al-admigha*. The significance of the statement is unclear. It is not known to occur elsewhere in the literature concerned with pannus, except for the ophthalmological tract by the 15th-century Egyptian oculist Nūr al-Dīn ʿAlī ibn Muḥammad al-Munāwī al-Shāfiʿī, where it is repeated with nearly the same wording (*fī marṭūbī al-dimāgh*, Cairo, Dār al-Kutub MS 181 ṭibb, fol. 86a). Al-Munāwī's treatise entitled *Kitāb wiqāyat al-ʿain bi-sharḥ tajrīd kashf al-rain* (Book of the Care of the Eye with a Commentary on the Abridgement of the Removal of Dirt) consists of the Abridgement which Ibn al-Akfānī (d. Cairo 749/1348) wrote of his own treatise entitled *Kashf al-rain fī aḥwāl al-ʿain*, alongside of which al-Munāwī placed the full text of the *Kashf al-rain* and relevant passages from the *Perfected Book on Ophthalmology* by Ibn al-Nafīs.

The same is true of pterygium; indeed pannus only differs from pterygium in that in most cases [of pannus] the eyeball is affected, and it is not so in pterygium. For the former [pannus] is peculiar only to the eye for the reason mentioned earlier – i.e., that it [the eyeball] is denuded of skin. So its state is that of a part stripped of its skin or whose skin is eaten away by ulcers or a similar thing. Indeed nature does not form it [the membrane of pannus] that way in the healthy state of the eye, for then [in that case] the eye because of its strength would not need the excessive protection provided by the eyelid against any eventualities.[42]

Then someone says to the speaker, if the matter were as you have said, it would have been necessary that there be formed something similar to this membrane on the penis after the cutting of the foreskin. His answer is that there are no substances (*mawādd*) in the penis out of which such a membrane could be composed, because it is an extremity and far from the humors (*raṭūbāt*). This is not so in the case of the eye, for it has a profusion of humors, by its very essence (*bi-jawharihā*), and sometimes they are transferred to it from the brain. So the substance (*mādda*) is plentiful in the presence of the faculty.[43] Therefore, it is possible that this membrance occurs in it [the eye], but not in the penis. Nevertheless, we admit that there inevitably occurs at the end of the penis following circumcision a thickening whereby it is less affected by blows. So it is possible to regard the latter phenomenon as analogous to the formation of this membrane [the membrane of pannus]. However, since it [the thickening following circumcision] is evidently harmless, it is not considered as a disease and not treated by excision or similar procedure. This membrane [pannus], by contrast, injures the sight in proportion to the extent to which the pupil of the eye is veiled.

It may be said: if this membrane were a function of nature then no harm would come of it, but such is not the case, for it weakens the sight until it is as if it were behind a distorting veil, and it brings on blepharitis and lachrymation in the eye and predisposes it to much ophthalmia and other congestive diseases,[44] and makes it [the eye] shun sunlight and lamplight; and frequently the eye becomes small because of it.

[In answer to this] we say: the occurrence of this damage is not inconsistent with the fact that this membrane is a function of nature. As for its damaging vision, that is evident. The purpose of nature in regard to it is the increased

42. The meaning appears to be: Pannus is formed when the eyeball is denuded in order to protect it. If pannus were formed on a healthy eyeball, the eyelids would then not be needed, for the eyeball would have more than enough protection. But the eyelids clearly must have a function, and therefore pannus must not form on a healthy eye.

43. That is, the substances (*mawādd*) out of which the membrane can be formed are plentiful in the area where there exists the faculty (*quwwa*) by which the humors (*ruṭūbāt*) are transformed.

44. *al-amrāḍ al-imtilā'īya*, diseases characterized by congestion, repletion, fullness of the head, and defluxion.

possible. If the trachoma aggravates the two conditions with its roughness then the eyelid should be turned over and the probe passed over it in orde to be softened a little; and better yet is the Haematite [Powder], but withou [employing] starch, stibnite,[36] the White Powder or the White Shiyāf, fo all of the latter are trachomagenic (*mujarriba*)-- that is, they cause trachoma.

II

On Pannus[37]

Pannus is a membrane (*ghishāwa*) observable on the eye, characterizec by inflamed blood-vessels, and there is disagreement concerning it. It is saic that all of its parts are natural,[38] but that in good health they are small anc imperceptible, but that when they grow and spread to all parts [of the eye] and are enlarged, they are easily observed and do harm to the eye and vision. But it is also said that all of its parts are diseased[39] and that if some of them were natural, then their excision, especially when repeated, would be harmful to the eye. In favor of the first [school of thought] is the argument that among those parts are blood-vessels and nervous parts [nerves] and the occurrence of these is not possible through the function of nature, so how then through disease.[40]

The truth is that this membrane is not altogether natural, for if it were, its creation would in the first place be useful and its excision would be harmful; nor is it altogether unnatural (*bi-khārij ᶜan al-ṭabīᶜi*), for in that case it could not be created and nourished, or, once created, would disintegrate of itself in the course of time, having no faculty for transmuting the incoming [nourishment?] into its own substance.[41] But rather, it is natural in the respect that it is a phenomenon of the function of nature, and it is not natural (*ghayr ṭabīᶜī*) in that it was created only with the creation of a state of the eye which is not natural. That is because when the eye is weak and the substances (*mawādd*) are profuse in it, nature changes those excessive substances into something which serves the eye as a covering or skin in order to protect it against the damages which would be encountered in weakness.

36. Curiously, Ibn al-Nafīs lists starch as one of the ingredients for his Mild Red Collyrium and his Green Collyrium, while stibnite from Isfahan is one of the components of the Ash-Colored Kuḥl, all of which he recommends for trachoma in his chapter on compound eye remedies (see E. Savage-Smith "Drug Therapy", *op. cit.*, pp. 99-100). The White Powder (Dharūr) and White Shiyāf he does not recommend for trachoma in his formulary.

37. Comprising the 8th subsection (*faṣl*) of the first chapter (*bāb*, on diseases of the conjunctiva) of the third section (*jumla*) of the second book (*namaṭ*). This chapter occupies in V fols. 122a-125b. Manuscript S is incomplete and breaks off before this section.

38 *ṭabīᶜīya*, in the sense of normal, part of the normal and healthy state.

39. *maraḍīya*, in the sense of unnatural, not part of the normal and healthy state.

40. The sense seems to be: New blood-vessels and nerves do not appear in the body even when th body is healthy (as a function of nature). Why should they do so under conditions of disease?

41. Literally, 'into its own nature (*ilā ṭabīᶜatihi*)'.

or with 'seafoam'[31] or fig leaves; or a scraper of haematite or iron pyrite is selected. But it may be scraped with the knife (*ḥadīd*), and then the scalpel *qamādīn*) or the 'rose-leaf' (*warda*)[32] or similar thing is passed over the area. Then it is rubbed with the scoop of the style.

So when he [the physician] is finished with the scraping, he drops into the eye oil of rose[33] mixed with egg yolk and moves the eyeball. Then, in order to protect against adhesions, he drops in it saliva from chewed cumin and salt, after straining them through a tightly woven piece of linen cloth. Afterwards he continues moving the eyeball. Then on the second day he applies the Haematite [Powder][34] and strengthens the eye with the Gray or similar Kuḥl.

If the trachoma is accompanied by ophthalmia and ulcers, and the trachoma is not their cause, then he begins with the treatment of the opthalmia and ulcers, so that the treatment of the acute disease precedes that of the chronic and that which is of greater harshness is before that which is milder. The trachoma should also be cared for by cooling and drying procedures.

But if the trachoma is, through its roughness, a cause of the two diseases, then the treatment is begun by scraping the trachoma, if the two diseases are not very severe, and the trachoma is treated with what is milder, accompanied by the avoidance of the acrid and strong drugs. But if the two conditions are severe, so that scraping would aggravate them,[35] the indicated treatment should consist of cleansing, restorative and strengthening measures until [the ophthalmia and the ulcers] are reduced to the point where scraping becomes

---

off from the poured and cooled sugar loaf, but to specify a piece which had been along the edge of the mold which would, as a result, provide a larger and smoother edge with which to scrape.

31. The name *zabad al-baḥr* 'seafoam' was applied by various physicians to several different items. It refers at times to the 'bone' or bony shell embedded in the mantle of cuttlefish (*sepia*), a genus of cephalopod mollusks; it also was used to designate pumice as well as coral or sponges. All of these items were advocated as scrapers for trachoma by Islamic physicians as well as earlier Greco-Roman oculists. For a more complete discussion of the various descriptions of this term by Greco-Roman and Islamic oculists and physicians see my forthcoming study of the treatment of trachoma and its sequelae from antiquity through 16th-century Islam.

32. For an illustration of the surgical instrument called 'rose-leaf' see Fig. 4 which presents ophthalmological instruments from a treatise nearly contemporary with that of Ibn al-Nafīs. The instrument farthest to the right in the second row is the 'rose-leaf'. The instrument next to it is called a 'half rose-leaf' and was also used by some physicians for rubbing trachoma. The scalpel (*qamādīn*) is also illustrated in Fig. 4, top row, second from the left. For further discussion of the instruments presented in Figs. 4 and 5 see J. Hirschberg, *Khalīfa aus Aleppo, Das Buch vom Genügenden in der Augenheilkunde* (*Die arabischen Augenärzte nach den Quellen bearbeitet*, II, Leipzig: Veit, 1905) pp. 164-174.

33. For a discussion of *duhn* (oil) of rose and oils and ointments in general see S. H. Hamarneh and G. Sonnedecker, *A Pharmaceutical View of Abulcasis al-Zahrāwī in Moorish Spain with Special Reference to the "Adhān"* (Leiden: Brill, 1963) pp. 117-118.

34. For Ibn al-Nafīs's recipe for he Haematite Powder (Dhārūr) see E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.*, p. 100.

35. Literally, 'so that they cannot bear the scraping'.

The annointment of the eyes with the Rūshnāyā or Bāsilīqūn [Kuḥls][27] is good, but not the counteracting of this by scraping with sugar and similar things, for the eyelid is delicate and there is no need, since there is no roughness which the sugar can remove. When ophthalmia accompanies this stage, then the Mild Red Shiyāf is suitable.

As for the second type, its treatment is with something of greater acridness and resolution than the drugs for the first type–something like the Green Shiyāf and the ancient Bāsilīqūn [Kuḥl]. However, that produces burning and heat, so something like haematite, and especially washed haematite, is used, then gradually proceeding to the Mild Red Shiyāf; and the eye is annointed with the Gray [Kuḥl][28] so that it may be strengthened.

As for the third type, its treatment is like the second, but with increased acridness, and in most cases there ought to be scraping.

In the fourth type, the treatment is with the drugs such as we have mentioned, but the necessity of scraping is greater than in the third type.

The nature of scraping: The eyelid is everted either with the finger alone, and that is best, or by the end of the probe[29] being placed on the outside of the eyelid and extending its edge until the probe is covered. Then the inside [of the eyelid] is scraped either with the edge of a piece of *ṭabarzad* sugar – by its edge I mean that which is a part of the outside of the sugar loaf (*ablūj*)[30]–

27. For Ibn al-Nafīs's recipes for these two Kuḥls, see E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op cit.*, pp. 98-99. Rūshnāyā (or Rūshnā'ā) is from the Persian meaning 'light-bringing' and as a name for a collyrium occurs in early Islamic ophthalmological literature. The first who seems to mention it is ʿAlī ibn Sahl Rabbān al-Ṭabarī (d. ca 240/855), who adds that it is the Persian name for the Bāsilīqūn Kuḥl (al-Ṭabarī, *Firdaus al-ḥikma*, ed. by M. Z. al-Ṣiddīqī (Berlin: Sonne, 1928) p. 175). *Bāsilīqūn* is a transliteration of the Greek *basilikon* meaning 'royal', which seems to have been a name for a collyrium among Hellenistic and Byzantine physicians, although it is not cited in the extant Greek literature.

28. See E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.*, p. 99 for Ibn al-Nafīs's recipe for the Gray Kuḥl.

29. *mīl*, a probe or style, equivalent to the Greek *mele*.

30. *Sukkar* is the general term for the sap of the sugar cane which becomes solid upon boiling. There are many technical terms used for sugar, most of which appear to derive from the various processes involved in purifying and preparing the sugar. Ibn al-Nafīs names three types of sugar: *ṭabarzad* and *ablūj*, which he mentions as scrapers for trachoma, and *Sulaymānī* which he uses in a compound remedy for pannus.

When *sukkar* has been boiled twice and purified by being poured into a vessel in which the impurities are separated out, it is called Sulaymānī sugar, a name probably deriving from a trade name associated with the town of Sulaymān in Khūzistān. When *sukkar* is boiled a third time, after fresh milk equal in quantity to one-tenth its volume has been added to it, and it is boiled until is solidified, it is called *ṭabarzad*, from the Persian meaning literally 'chopped with an axe'. Sugar prepared in this manner was apparently so hard that it had to be smashed into smaller pieces. See J. Ruska, "Sukkar", *Encyclopaedia of Islam*, 1st ed. (Leiden: Brill, 1911-1938) Vol. IV, pp. 509-510, for further terms and processes used in refining sugar cane.

Ablūj is a Persian word for a sugar loaf and is frequently a synonym for *ṭabarzad* sugar (see F. Steingass, *Dictionary*, *op. cit.*, p. 10 and E. Ghaleb, *Dictionnaire des sciences de la nature* (Beirut: Imprimerie Catholique, 1965), Vol. I, p. 6). Perhaps Ibn al-Nafīs's intent was not only to give another word for the type of crystalline sugar to be used, but also to specify the edge of not just any piece broken

head, and tight-fitting clothes--in short, everything rousing the substances (*mawādd*) and tending to cause them to move in the direction of the face.

The treatment type by type: For the first type, after the treatment common to all the stages, the eyelid is everted and is rubbed with the Acrid Red Shiyāf. This treatment alone may suffice; but if not, the Green Shiyāf or the Trachoma Shiyāf should be used.[25]

Among the excellent drugs there is the one consisting of one part yellow amber and two parts scales of copper, kneaded with honey. There is also: 16 mithqāls of burnt copper, 8 mithqāls of pepper, 4 of cadmia,[26] 2 of myrrh, 2 of saffron, 5 of verdigris, and 20 of gum, kneaded with rain water.

---

meaning 'the leveling (or flattening) of the cushion' (Avicenna, *Liber canonis* (Venedig, 1507, reprinted Hildesheim: Olms, 1964) fol. 213r).

The prohibitions do not seem to be part of subsequent ophthalmological 'treatises until the 13th century. All the later spellings of the verb seem to derive from the same root, *l - ṭ -ʾ* meaning to cleave to the ground. In nearly all manuscripts, including those of Ibn al-Nafīs's treatise, the hamza itself is not written. In the treatise *Natījat al-fikar fī ʿilāj amrāḍ al-baṣar* (Result of Thinking about the Treatment of Eye Diseases) written for the Ayyubid Sulṭān al-Ṣāliḥ Najm al-Dīn Ayyūb (637-647/1240-1249), Fatḥ al-Dīn Abū al-ʿAbbās Aḥmad ibn ʿUthmān ibn Hibat Allāh al-Qaisī repeats the things to be avoided, loosely rendering the admonition against the lowering of the pillow by simply saying that one should avoid lowering the head (*tankīs al-rāʾs*) (Paris, Bibl. Nat. arabe MS 3007, fol. 70a). Writing between 1266 and 1275 Khalīfa ibn Abī al-Maḥāsin al-Ḥalabī in his *The Sufficient in Ophthalmology* (*Kitāb al-kāfī fī al-kuḥl*) presents the prohibitions, citing Ibn Sīnā as a source but using the spelling (*laṭāʾ*) given in the (spurious?) Rhazian text (Paris, Bibl. Nat. arabe MS 1043, fol. 33b). The same expression and spelling is found in the ophthalmological treatise written at the end of 13th century by Ṣalāḥ al-Dīn ibn Yūsuf al-Kaḥḥāl al-Ḥamawī (Paris, Bibl. Nat. arabe MS 3008, fol. 41b).

Ibn al-Nafīs gives the avoidances with some changes in wording and spelling and instead of 'lowering the bolster' gives *luṭuwʾ al-wisāda* 'lowering the pillow'. This identical expression and spelling occurs in the 14th-century treatise by al-Shādhilī (see above note 20) where the avoidances are presented in a different order and some new ones are added, such as 'wicked ideas'. While al-Shādhilī frequently used Ibn al-Nafīs as a source, in this particular instance he is citing a certain Ibn Kamūna who wrote a *Jāmiʿ kitāb al-kāfī*, apparently a summary of the treatise by Khalīfa (Munich, cod. arab. 834, fol. 34a; Chester Beatty Arab. MS 3990, fol. 61a which reads *laṭūl*, which must be a scribal error for *laṭuwʾ* as the Munich copy reads).

24. That is, lying on one's face in bed for a long time. See J. Hirschberg, *Die Augenheilkunde des Ibn Sina aus dem arabischer übersetzt und erläutert* (Leipzig: Viet, 1092) p. 117; compare Avicenna, *Liber canonis*, *op. cit*., fol. 213r.

25. The recipes for the Trachoma, the Green and the Acrid Red collyriums were given by Ibn al-Nafīs in the chapter of his treatise concerned with compound remedies. For a translation of the recipes see E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.*, pp. 100-101. Curiously, Ibn al-Nafīs in the section on compound remedies recommends the Mild Red Shiyāf for 'light, inflamed trachoma' and the Acrid Red Shiyāf for 'advanced trachoma', yet in this chapter he advocates the used of the Acrid Red for the first stage of trachoma. Collyriums named Trachoma (*trachomatikon*), Green, Mild Red, and Acrid Red are all found in Greco-Roman ophthalmological writings. Precise contents differed with each physician.

26. *iqlīmīya* frequently refers to cadmia (calamine, a zinc ore), but can also refer to a scoria of any metal. See M. Meyerhof, "Un glossaire... Maimonide", *op. cit.*, no. 342, and Martin Levey, *the Medical Formulary or Aqrābādhīn of al-Kindī, translated with a study of its Materia Medica* (Madison/Milwaukee: University of Wisconsin Press, 1966) p. 234 no. 20.

and also the forsaking of sweetmeats, salted nuts,[21] and things which ar dessicative. When meat is eaten, let it be that of kid or fattened domesti fowl. *Isfīd-bāj*[22] is an excellent food for sufferers from trachoma, as is als yolk of a boiled egg. Certainly there is the obligation of the wet steam bat and the forsaking of dusts, smoke, strong anger, shouting, protracted conversa tion, lowering the pillow,[23] prolongation of prostration[24] and bowing of th

3990, fol. 61a, and Munich, Bayerische Staatsbibliothek cod. arab. 834, fol. 34a). Al-Shādhilī use Ibn al-Nafīs as a major source for his writing and frequently cited him by his name Ibn Abī al-Ḥaz al-Qurashī. For a further discussion of al-Shādhilī and other oculists who employed this treatise b Ibn al-Nafīs, see my forthcoming study of the treatment of trachoma and its sequelae from antiquit through 16th-century Islam.

21. *mawāliḥ*, a Syrian word for salted nuts (H. Wehr, *A Dictionary of Modern Written Arabic*, ec by J. M. Cowen (Ithaca: Cornell University Press, 1961), p. 920). This is a more likely interpretatio within the context than 'dates' as previously translated (E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit* p. 102).

22. *Isfīd-bāj* is a Persian word for a dish made of meat, onions, butter, cheese, etc., or sometime only bread and milk. See F. Steingass, *Dictionary*, *op. cit.*, p. 58, H. Kroner, *Zur Terminologi der arabischen Medizin und zur ihren zeitgenössischen hebräischen Ausdrucke* (Berlin: Ibskowski, 1921 p. 43, and Manfred Ullmann, "Yūhannā ibn Sarābiyūn, Untersuchungen zur Überlieferungs geschichte seiner Werke", *Medizinhistorisches Journal*, 6 (1971), 288. In Middle Parsion the wor *speādbag* appears to have denoted a type of curd soup (see D. N. Mackenzie, *A Concise Pahlavi Dic tionary* (London, Oxford University Press, 1971) p. 76.

23. These various prohibitions, including lowering the pillow, great anger, shouting, much talking and tight-fitting clothes do not appear in Greco-Roman discussions of this condition nor in very earl Syriac or Arabic accounts. They appear to have been introduced into Islamic descriptions possibly i the early tenth century. They are by no means mentioned by all Islamic oculists, but can be trace through some of the literature where they are presented as a group with slight changes in wording Throughout the various listings there is some confusion concerning the word for 'lowering' the pillow perhaps arising from the various orthographical conventions in vogue at different times. The firs mention of the prohibitions appears to be in the *Kitāb al-dhakhīra* ascribed to Thābit ibn Qurra (d 288/901) where it is said that one should avoid *liṭām al-mikhadda* 'beating [down] the bolster' (Thābi ibn Qurra, *The Book of al-Dhakhīra*, ed. by G. Sobhy (Cairo: Government Press, 1928) p. 38). Thi verb may be an error on the part of the editor of the printed edition, for when this passage is late cited by al-Rāzī in the *Kunnāsh* (or *Kitāb al-fākhir*) it is given as *laṭā' al-mikhadda* 'putting th bolster down on the ground' (Cambridge University Library, Browne MS P2(7), fol. 103a). Al-Rāz uses the same expression again when citing as a source a certain Muḥammad (Cambridge Univ. Lib Browne MS P2(7), fol. 104a); for a suggested identification of this Muḥammad see M. Meyerhof, "Nach träge", *op. cit.*, p. 393 nt. 3. The attribution of the *Kitāb al-dhakhīra* to Thābit ibn Qurra has bee questioned (see for example M. Ullmann, *Medizin im Islam*, *op. cit.*, p. 136), although others argu convincingly that it is genuine (R. Y. Ebied, "Thābit ibn Qurra: Fresh Light on an Obscure Medica Composition", *Muséon*, 79 (1966), 453-473). Furthermore, it is uncertain if al-Rāzī was actually th author of the *Kunnāsh* in which the passage by Thābit is quoted (see Ullmann, *Medizin im Islam*, *op cit.*, p. 132). It is clear, however, that both treatises were written and circulating by the early 10th century.

Ibn Sīnā (d. 428/1037) borrowed extensively from al-Rāzī when writing his *Kitāb al-Qānūn fī ṭibb*, although mostly from *al-Ḥāwī* by al-Rāzī where there is no mention of these prohibitions. Whatev his source, Ibn Sīnā gives the set of things to be avoided including *laṭ' al-mikhadda* (*Qānūn* III,3,iii,I *al-Qānūn* (Rome: Typographia medicea, 1593) Part I, p. 347). In the Latin translation made by Gera of Cremona about 100 years after Ibn Sīnā died, the words are translated as *et applanatonis pulvinar*

have mentioned. As for the first type, the roughness (*khushūna*) is light and the flowing of tears profuse, because the substance (*mādda*) in it tends to be rather thin. The symptom for the second type is that the roughness is more extensive than in the first type and subsequently the tears are copious. As for the symptom of the third type, in addition to the greater roughness, there are in the eyelids cracks like those of a fig. In the fourth type there is a blackishness or ash-color observable on the eyelid, along with increased burning; there is also a large amount of melancholy and something like a dry scab of a wound (*khushkrīsha*) on it, because of the inflammation (*iḥtirāq*).

There are two onsets (*wāriday*) of trachoma: that which follows ulceration of the eye, because its substance is acrid, and that which follows ophthalmia. The less injurious form of it is that which follows blepharitis alone, because the substance of the latter is slight, and therefore its injury to the eye is not extensive.

The treatment: As for the treatment of trachoma in general, there should first be cleansing of the body and head of the acrid burning substance – and this is by means of bleeding, beginning first with the cephalic vein and then with the veins of the two [inner] corners of the eyes.[18] When it is in the fourth stage, or the temperament is melancholic, it should certainly be accompanied by purging [induced] by means of cooked sweetmeats or mashed violets or cooked thymeweed. It should definitely be accompanied by anti-inflammatory and cooling measures to regulate the temperament, such as the drinking of barley water with sugar, or similarly the dilution taken from jujube fruit, plums, apricots and similar things. And certainly there should be regulation of food and the employment of things which cool and dampen, such as cushaw [melons], squash, cucumber pith,[19] garden purslane, and the quenching gruel[20]

18. A small tract on phlebotomy has been attributed to Ibn al-Nafīs. See M. J.L. Young, "A Medieval Arabic Treatise on Venesection", *Abr-Nahrain*, 3 (1961-1962), 37-44.

19. The terms *qiththā'*, *qurᶜ*, and *lubb al-khiyār*, translated here as cushaw (melons), squash, and cucumber pith, are vague terms applying to a variety of plants. *Qiththā'* generally means a variety of cucumber or cushaw, but in Egypt it was also applied to a type of melon, *Cucumis melo*. *Qarᶜ* appears to be a comprehensive term for several varieties of squash, vegetable marrows, and pumpkins, while *khiyār* usually refers to a cucumber, smaller in size than that meant by the term *qiththā'*. For fuller discussions of these plant names see Max Meyerhof (ed. and trans.), "Un glossaire de matière médicale de Maimonide", *Mémoires à l'Institut d'Egypte*, 41 (1940). nos. 343, 332, and 388.

20. The word *al-mazāwīr* is clearly written in both manuscripts. It is probably an unusual spelling of *mazāwir*, the plural of *muzawwar*, meaning any dish, usually without meat, given the sick person; see R. Dozy, *Supplément aux Dictionnaires Arabes* (Leiden: Brill, 1881; reprinted Beirut: Librairie du Liban, 1968) Vol. I, p. 612. F. Steingass suggests that the form *muzāwir* is short for *āshi tazwīr*, the Persian for a gruel or broth served the sick (*A Comprehensive Persian-English Dictionary* (London, 1892; reprinted Beirut: Librairie du Liban, 1977) p. 1223). Ibn al-Nafīs modifies the word with the adjective *muṭaffiya* 'quenching' or 'anti-inflammatory'. The 14th-century Egyptian oculist Ṣadaqa ibn Ibrāhīm al-Shādhilī in his *al-ᶜUmda al-nūrīya fi al-amrāḍ al-baṣrīya* (Oculistic Principles for the Diseases of the Visual Apparatus) also recommends the gruel. spelling it in the same way as did Ibn al-Nafīs, but modifying it with the adjective *muraṭṭiba* 'cooling' (Dublin, Chester Beatty Arab. MS

the substance in the two diseases is the same, then most of the time blepharitis precedes trachoma and is a warning of it, because the place of the outbreak on the eyelid is at first thin, but afterward thickens and produces trachoma. Ulceration of the eye also precedes and forewarns of trachoma because the ulcer-producing (*muqarriḥa*) acrid substance (*mādda*) reaches the eye, in most cases, by way of the thin integument; and this can happen only after it has developed on the eyelid. Thus this substance produces first blepharitis and then ulceration of the eye. For the eye is soft and substances (*mawādd*) are retained in it; thus it is affected by that [acrid and ulcerating] substance before that same substance can affect the eyelid sufficiently to cause trachoma.[16] And ophthalmia (*ramad*) without ulceration may precede it, and that is when the substance is not acrid enough to produce ulcers.

The trachoma may be made up of four stages which they call 'types'. The first type is the appearance on the eyelid of inflammation and roughness which is like dry mange but not like pustules. The cause of this redness is the fever (*sukhūna*) of the blood and the blood's being drawn (*injidhāb*) to the eyelid due to the heat of the substance (*mādda*) and the irritation of rubbing.

In the second kind the roughness increases on the eyelid, accompanied by pain and heaviness, because of the large quantity and detrimental nature (*radā'a*) of the substance (*mādda*).

The third type is called the 'fig-like'[17] because on the inside of the eyelid there is something resembling the core of the fig, and on it there are cracks and greater roughness.

In the fourth type there is more roughness and greater damage, and there is itching accompanied by pain and increased hardness, and the scaliness can hardly be scraped off, especially the part of it which has been there for some time. Sometimes it [the fourth type] is accompanied by superfluous eyelashes [distichiasis and trichiasis] since the substance, with its inflammation and corruption, may be conducive to the development of eyelashes. The substance of the trachoma may be nitrous phlegm; it may come about from feverish blood or sometimes from slightly melancholic blood which is also fevered. Often it results from continued exposure to sunlight, dust, or smoke, accompanied by poor eating habits, unhealthy food, salty things, condiments, pungent vegetables, or similar things.

The symptoms: The general symptom of trachoma is the itching of the eyelid, and when it is everted there is evidence of the redness and roughness we

16. The sense seems to be that the acrid substance gets its start in the eyelid, where it produces blepharitis and eventually trachoma, meanwhile spreading to the eye itself where it produces ulceration. The ulceration of the eye is then observable before the trachoma of the eyelid is.

17. *tīnī*, a translation of the Greek *sykosis*. The adjective fig-like was applied to the papillary stage of trachoma, resembling the inner surface of a fig ripe to bursting and is found in Hellenistic medical writings and all subsequent discussions of the subject.

Fifth Section (*jumla*): On diseases related to the visual faculty (*al-quwwa al-bāṣira*); the discussion is divided into an introduction and 7 subsections (*fuṣūl*).

Introduction (*muqaddima*), in which we will discuss the infirmities of vision and other functions [discusses 8 types].

(1) On dimness of vision (*ḍuʿf al-baṣar*) [amblyopia and amaurosis].
(2) On nightblindness (*al-ʿashā'*), which is called *al-shabkara* [nyctalopia].
(3) On dayblindness (*jahar*) and it is called *al-khafash* ('being able to see only at night') [hemeralopia].
(4) On snowblindness (*qumūr*).
(5) On the eye's avoidance of brightness and sunlight.
(6) On the destruction of vision (*buṭlān al-baṣar*).
(7) On the mixing up of vision (*nushūsh al-baṣar*), that is, the seeing of phantoms (*ru'ya al-khayālāt*).

Sixth Section (*jumla*): On the conditions (*aḥwāl*) related to the humors (*ruṭūbāt*) and pneumas (*al-arwāḥ*) which are in the interior of the eyeball. The discussion is divided into 4 subsections (*fuṣūl*).

(1) On the affections (*al-aḥwāl al-ʿāriḍa*) of the albuminoid [aqueous] humor (*al-ruṭūba al-bayḍīya*).
(2) On the affections of the crystalline humor (*al-ruṭūba al-jalīdīya*).
(3) On the affections of the vitreous humor (*al-ruṭūba al-zujājīya*).
(4) On the affections of the pneuma (*rūḥ*) in the eye.

Seventh Section (*jumla*): On the diseases related to the remaining parts of the eye. It is divided into 2 subsections (*fuṣūl*).

(1) On the diseases occurring in the remaining tunics of the eye.
(2) On the diseases affecting the optic nerves (*al-ʿaṣab al-nūrī*).

I

On Trachoma Occurring on the Eyelid[13]

The difference between blepharitis and trachoma is that even though an itching does accompany both, with the one called blepharitis (*ḥikka*) there are no pustules and no crustiness to be reckoned with, and there is no ulceration or cracking, as in trachoma. The substance[14] of the two diseases is an acrid, nitrous moisture (*ḥadda bawraqīya ruṭūba*), but in blepharitis it is thin and scraping alleviates it and removes it from the pores, while in trachoma it is thicker because of its building up[15] and being covered with pustules. Since

13. Comprising the 20th subsection (*faṣl*) of the first chapter (*bāb*, on diseases of the eyelids) of the second section (*jumla*) of the second book (*namaṭ*). This section occupies in S fols. 93b-96a and in V fols. 92a-94a.

14. The word *mādda* 'substance, matter' refers in this context to both the moist discharge of the eye and the internal substance of the eyelid. The term *mādda*. is also employed in some medical writings in the sense of the substance or material of the disease itself. It is apparent that overtones of this use of *mādda* as disease-matter are intended here as well. For an interesting discussion of the uncertain origins of this notion of *mādda* as disease-matter see *Rufus von Ephesos. Krankenjournale*, ed. by Manfred Ullmann (Wiesbaden: Harrassowitz, 1978) pp. 26-28.

15. literally, 'because it is retained' (*tuḥtabasu*).

Introduction (*muqaddima*).

First Chapter (*bāb*): On diseases relating to the conjunctiva (*al-ṭabaqa al-multaḥima*): it is divided into 13 *fuṣūl*.

(1) On ophthalmia (*ramad*).
(2) On inflation (*intifākh*) occurring to the conjunctiva [edema].
(3) On the blood spot (*ṭarfa*) [ecchymosis of the conjunctiva].
(4) On callosity (*jasā'*) happening to the conjunctiva.
(5) On phlyctenulosis (*al-wadaqa*).
(6) On purulent ulceration (al-dubayla) in the conjunctiva.
(7) On the separation of the connection which occurs in the conjunctiva (*tafarruq al-ittiṣāl*) [rupture of tissues].
(8) On pannus (*sabal*).
(9) On pterygium (*ẓafara*).
(10) On the overgrowth of flesh along the conjunctiva (*al-laḥm al-zā'id*) [granulation].
(11) On papilloma (*al-tūta*).
(12) On itching (*ḥikka*) of the conjunctiva.
(13) On lachrymation (*dam*ᶜ*a*).

Second Chapter (*bāb*): On the diseases related to the cornea (*al-ṭabaqa al-qarnīya*). It is divided into 7 *fuṣūl*.

(1) On pustules (*buthūr*) occurring on the cornea.
(2) On corneal ulceration (*qurūḥ*) and pitting (*ḥafar*).
(3) On perforation (*khurūq*) of the cornea and corneal protrusion (*nutū'*) [staphyloma or keratectosia] and corneal abrasion (*silkh*).
(4) On the alteration of the color of the cornea to white, red, or yellow or similar color.
(5) On the 'hidden matter' (*kumnat al-midda*) under the cornea [formation of pus behind the cornea, hypopyon].
(6) On cancer (*saraṭan*) of the cornea.
(7) On departure (*khurūj*) of the cornea from its normal state (*i*ᶜ*tidāl*, equilibrium) due to moisture or dryness.

Third Chapter (*bāb*): On the diseases related to the 'grapelike' tunic (*al-ṭabaqa al-*ᶜ*inabīya*) ['uvea', iris]. The discussion is divided into 3 subsections (*fuṣūl*).

(1) On 'blueness' occurring in the eye (*zurqa*) [glaucoma].
(2) On prolapsis of the iris (*nutū' al-* ᶜ*inabiya*).
(3) On the separation of connection (*tafarruq al-ittiṣāl*) which happens to the iris [rupture of tissues].

Fourth Chapter (*bāb*): On the diseases related to the pupil (*ḥadaqa*), that is, the perforation of the 'uvea'. These diseases are three in number, namely dilation, contraction, and blockage (*insidād*); so therefore in this chapter the discussion will be divided into 3 subsections (*fuṣūl*).

(1) On dilation (*ittisā*ᶜ) of the pupil, and this is called 'the spreading' (*al-intishār*)
(2) On contraction (*dīq*) of the pupil.
(3) On water descending (*al-mā' al-nāzil*) in the eye [cataract].

Fourth Section (*jumla*): On the diseases of the body of the eyeball (*jumlat al-muqla*) ... Their treatment is divided into 3 subsections (*fuṣūl*).

(1) On squint (*ḥawal*) [strabismus].
(2) On protruberance (*juḥūẓ*) of the eye [exophthalmus].
(3) On the sinking (*ghawr*) of the eye and its reduction in size [atrophy].

Second Chapter (*bāb*): On the principles (*aḥkām*) of individual ocular drugs, divided into a 2 subsections (*fuṣūl*).

(1) On the principles of simple drugs.

(2) On the principles of compound drugs.

Second Section (*jumla*): On diseases of the external part of the eye; the discourse is divided into 2 chapters.

First Chapter (*bāb*): On the diseases of the eyelid (*jafn*); it is divided into an introduction, 30 subsections (fuṣūl) and an appendix.

Introduction (*muqaddima*).

(1) On lice (*qaml* and *qimqām*) which attack the eyelids.

(2) On ulcerative blepharitis (*sulāq*) of the eyelids, and in Greek its name is *abūsīmā*.

(3) On callosity (*jasā'*) [induration].

(4) On the thickening (*ghilaẓ*) of the lids.

(5) On the swelling (*tahbīj*) of the eyelids.

(6) On inflation (*intifākh*) of the eyelids [edema].

(7) On heaviness (*thiqal*) of the lids.

(8) On boils (*dummal*) in the eyelids.

(9) On the rash (*sharā*) which occurs on the eyelids.

(10) On hailstone (*barada*) [chalazion].

(11) On the stye (*shaᶜīra*).

(12) On lithiasis (*taḥajjur*).

(13) On corrosion (or ulceration, *ta'kīl*) in the eyelid.

(14) On cystic tumors (*silaᶜ*) occurring in the eyelid.

(15) On itching (*ḥikka*) of the lid.

(16) On roughness of the eyelids (*khushūnat al-ajfān*).

(17) On excoriation (or a mild and dry eruption; *saᶜfa*).

(18) On the ulceration (*qurūḥ*) of the eyelid and its rupture (*kharāq*).

(19) On 'the ant' (*namla*) [cracking or formication].

(20) On 'scabies' (*jarab*) occurring on the eyelid [trachoma].

(21) On the papilloma (*tūta*) of the lid.

(22) On excessive edema (*wardīnaj*) occurring in the lid [chemosis].

(23) On a hydatid cyst (*shirnāq*).

(24) On the sticking together (*iltiṣāq*) of the eyelids [symblepharon].

(25) On shrinkage (*shatra*) of the eyelid [and eversion; ectropion].

(26) On slackening (*istirkhā'*) and drooping (*insiᶜāl*) of the eyelid [ptosis].

(27) On superfluous lashes (*shaᶜr zā'id*) [distichiasis].

(28) On ingrown lashes (*shaᶜr munqalab*) [trichiasis].

(29) On falling out of the eyelash (*intithār al-hudub*).

(30) On whiteness of the eyelashes (*bayāḍ al-ahdāb*).

Appendix (*khātima*) to the chapter in which we discuss unnatural (*ghair ṭabīᶜīya*) things which occur to the eyelid [including 'dead blood', a black eye].

Second Chapter (*bāb*): On diseases of the corners [canthi] of the eye. The discourse is divided into 3 subsections (*fuṣūl*).

(1) On the lachrymal abscess and fistula (*gharb*).

(2) On the overgrowth of flesh of the canthus (*ziyāda laḥm al-mu'q*) [granulation].

(3) On the loss of some of the flesh of the canthus (*nuqṣān laḥmat al-mu'q*).

Third Section (*jumla*): On the diseases of the middle of the eye. The discussion is divided into an introduction and 4 chapters.

Third Chapter (*bāb*): On the causes of the conditions (*aḥwāl*) of the eye; and it is divided into 2 sections (*fuṣūl*).

(a) On the general (*kullīya*) causes.

(b) On causes of fever (*al-musakhkhināt*) in the body.

Fourth Chapter (*bāb*): On the symptoms of the conditions of the eye; and the discussion is divided into 2 sections (*fuṣūl*).

(a) On the evidence from which the conditions of the eye are known; it is divided into 10 topics (*qism*).

(1) Vision (*ibṣār*).
(2) The function (*fiʿl*) of the eye in regard to nourishment (*ghidhā'*).
(3) The function of the eye in regard to superfluities (*fuḍūl*).
(4) The functions of perception (*ḥiss*) and motion which belong to the eye.
(5) The parts of the eye.
(6) Things agreeing and disagreeing with the eye.
(7) The color (*lawn*) of the eye.
(8) The feel (*malmas*) of the eye.
(9) The shape (*shakl*) of the eye.
(10) The size (*miqdār*) of the eye.

(b) On the prognostic symptoms (*ʿalāmāt dālla*) of the conditions of the eye.

Second Section (*jumla*); On the principles of the practical (*ʿamalī*) portion of this art; it is divided into 2 chapters.

First Chapter (*bāb*): On the care (*ḥifẓ*) of the healthy state (*ṣiḥḥa*) of the eye. The discussion is divided into 2 subdivisions (*fuṣūl*).

(1) A general discussion on the care of the health of the eye.
(2) On the rules of everyday eating from which are chosen what is suitable for maintaining the health of the eye.

Second Chapter (*bāb*): On the treatment (*ʿilāj*) of eye diseases, in a general discussion; it is divided into an introduction and 5 subdivisions (*fuṣūl*).

Introduction (*muqaddima*).
(1) On the regimen (*tadbīr*) by means of diet (*ghidhā'*).
(2) On the treatment (*ʿilāj*) by means of drugs (*dawā'*).
(3) On the treatment by means of the hand [surgery].
(4) On the treatment of dyscrasia (*suwā'*; imbalance) of the temperament of the eye.
(5) On things which lessen the pains of the eye.

SECOND BOOK (*namaṭ*): On the ramifications of this art. We thought that in this book we would combine theory (*ʿilm*) and practice (*ʿamal*) since that is easiest for teaching, and that we would divide the discussion into 7 sections.

First Section (*jumla*): On eye medicines (*adwīya*), both simple and compound; it is divided into 2 chapters.

First Chapter (*bāb*): On the practical principles concerning these drugs; it is divided into 5 subsections (*fuṣūl*).

(1) On the classes of eye medicines.
(2) On determining the temperaments (*amzija*) of the eye medicines.
(3) On the qualities (*ṣifāt*) of the drugs of the eye.
(4) On the determination of the functions (*afʿāl*) of eye medicaments.
(5) On things which counteract the eye medicines because of the composition (*tarkīb*) and the like.

Following the outline of the complete contents of the treatise there will the translation with commentary of the three chapters. A glossary of terms ıployed by Ibn al-Nafīs in the three chapters on trachoma, pannus, and ːrygium follows the edited Arabic texts. In the treatise itself there is no ɔarate table of contents. The following outline is drawn from the section adings throughout the treatise.

The Perfected Book on Ophthalmology

by Ibn Abī al-Ḥazm al-Qurashī [known as Ibn al-Nafīs]

PREFACE (*muqaddima*), consisting of three sections (*fuṣūl*).

First Section: On what is the nature of the ocular art (*hī'at ṣinā*ᶜ*at al-kuḥl*).

Second Section: On the distinguishing features of animals in regard to the eye.

Third Section: On the special properties of men in regard to the eye.

FIRST BOOK (*namaṭ*): On the principles of this art, and it is divided into two sections.

First Section (*jumla*): On the principles of the theoretical part (*al-juz' al-naẓarī*) of this art: it is divided into 4 chapters.

First Chapter (*bāb*), which is divided into 2 subsections.

First Subsection (*fann*): On the constitution (*khilqa*) of the eye. The discussion of it is divided into 10 divisions.

(1) On what is the nature of the eye and its parts and utility.
(2) On the distinguishing features of the eye (*aṣnāf al-*ᶜ*ain*).
(3) On the path of the visual pneuma, which is to say the optic nerves.
(4) On the nerves moving the eyeball (*muqla*).
(5) On the nerves moving the eyelids (*ajfān*).
(6) On the muscles of the eyeball.
(7) On the muscles of the eyelids.
(8) On the nature of the eyeball.
(9) On the nature of the eyelids.
(10) On the temperament (*mizāj*) of the eye and its parts.

Second Subsection (*fann*): On the function (*fi*ᶜ*l*) which is unique to the eye, which is to say vision (*al-ibṣār*). It is divided into 10 divisions (*fuṣūl*).

(1) On the enumeration of the visual things (*al-ashyā' al-mubṣira*).
(2) On the explanation of statements frequently employed concerning the subject of this subsection.
(3) On the conditions favorable for vision by the eye.
(4) On the opinion of the learned (ᶜ*ulamā'*) concerning vision (*al-ru'ya*).
(5) On the arguments of those talking about these ideas.
(6) On the idleness of the opinions of those disagreeing, and their arguments, and the victory of the truth, which is to say our belief and conviction about it.
(7) On the simplicity of the argument concerning the reasonableness of our belief and its demonstration.
(8) On uncertainties (*shubah*) which might be presented with regard to our theory of vision.
(9) On the main part of these doubts (*shukūk*).
(10) In which we discuss an uncertainty (*shubha*) generally presented with regard to vision (*ibṣār*).

Second Chapter (*bāb*): On the diseases of the eye, and it is one section (*faṣl*).

The *Perfected Book on Ophthalmology* is extant in three known manuscripts. The oldest manuscript is in the Biblioteca Vaticana Arab. MS 307, entitl *Kitāb al-muhadhdhab fī ṭibb al-ᶜain*, consisting of 186 folios and completed b the scribe on 30 Shawwāl[12] 851 A.H. (7th January 1448 A.D.). The secon copy was in the private collection of Paul Sbath, MS 17, now housed at th Biblioteca Vaticana as Sbath MS 17, entitled *Kitāb al-muhadhdhab fī ḥikm al-ᶜain*; it is undated (ca. 18th century) and incomplete with only 97 folio Both manuscripts are written in *naskhī* script. The first and last folios of Bib Vat. Arab. MS 307 (hereafter designated by V) are illustrated in Figs. 1 and while Fig. 3 shows the first folio of Sbath MS 17 (hereafter designated by S).

In editing the three chapters I have made certain orthographical correctio in the text, adopting the modern form of writing the words, which I have n given as variant readings. In both manuscripts when an alif is followed by hamza, the hamza is not written and the alif has a madda; thus ماء is writt as مآ , حمراء as حمرآ , and اجزائها as اجزآها . I have consistently omitted th madda and added the hamza. The orthography of the medial and final ham varies in the manuscripts, and I have written them in the text in the mo common form found today. For example, زائدة appears as زايدة in both man scripts, جزء is written as جزو , هيئة occurs as هية , and رداءتها is written as اتها in S and ردآتها in V. In V there is occasionally found an extra alif not requir today in the imperfect third person singular form of the verbs ending in *wa* e.g., يخلوا instead of يخلو .

Both S and V nearly always write the expression اما ··· فان 'as for...' اما ··· بان. Perhaps they both derive from a copy written in a *maghribī* scrip I have chosen to write اما ··· فان in the text. In S alone, both (فان) بان ··· 'as for ...' and لان 'because' are always followed by the jussive, e.g., ن يكن This usage has not been noted in the variant readings.

In the edition of the text for these three chapters, the underlining of wor corresponds to words in the manuscripts which are either rubricated overlined.

11. The third manuscript is in the Staatsbibliothek Preussischer Kulturbesitz in Berlin, MS oct. 2365. It is entitled simply *Kitāb al-muhadhdhab* and consists of 225 folios, completed by scribe on 15 Dhū al-Qaᶜda 1115 A.H (21 March 1704 A.D.). It is also written in *naskhī* script. T third copy of the treatise was just brought to my attention as this article was going to press and th fore, unfortunately, has not been used in the preparation of the edited text. The manuscript is descri by Rudolf Sellheim, *Materialien zur arabischen Literaturgeschichte* (*Verzeichnis der orientalischen Ha schriften in Deutschland*, *XVII*, A, Wiesbaden: Steiner, 1976) pp. 213-216. The author wishes to th Professor Manfred Ullmann of Tübingen for bringing this to her attention.

Yet a fourth copy of this treatise is listed by Paul Sbath in *Al-Fihris* (*Catalogue de Manus Arabes*), *première partie*: *ouvrage des auteurs antérieurs au XVII*ᵉ *siècle* (Cairo, 1938) p. 85, where mentions among manuscripts held in private collections in Aleppo a copy of this treatise owned b Zabīdī. The present location of this fourth copy is unknown.

12. There are only 29 days in the month of Shawwāl; it is supposed that the scribe inte the end of Shawwāl, or the 29th rather than the 30th.

By and large we can see him holding to his maxim as reported[9] by al-ᶜUmarī that "he never departed from the method to which he was accustomed; he did not prescribe a remedy as long as he could prescribe a diet, and he did not prescribe a compound remedy as long as he could content himself with a simple drug". His emphasis upon regimen and diet is clearly greater than other medieval oculists, and while frequently referring to compound remedies he nonetheless does not employ as many as his predecessors. On the other hand, he advocates less purging and phlebotomy than his predecessors. His post-operative instructions are more detailed and extensive than most writers. His emphasis, consonant with that of his other writings, is more on the theoretical than on the practical, although the practical is not overlooked. He does not describe personal cases and seldom quotes previous authors by name. Yet his surgical procedures are thoroughly described and more detailed than those of his predecessors. In the procedure for excising pannus and pterygium he employs an instrument – a thin knife called a *mislakh* – which it seems is first mentioned in his writings. He also implies that some questioned the advisability of surgically removing pannus. A detailed comparison of Ibn al-Nafīs's ideas with those of his predecessors and successors will be made in a later study of the treatment of trachoma and its sequelae from antiquity through sixteenth-century Islam.

The *Perfected Treatise on Ophthalmology* is divided into two books and a preface. The preface contains an interesting discussion of the distinguishing features between different animals with regard to the eye. The first book is divided into two parts, the first dealing with theoretical matters including theories of vision and causes and symptoms of ocular affections, and the second portion on practical principles of care for the healthy eye and the diseased eye. The second book combines theory and practice, encompassing sections on simple and compound remedies and the treatment of diseases occurring in different regions of the eye. The order, arrangement, and emphasis are indeed quite different from the well-known ninth- and tenth-century manuals of Ḥunain ibn Isḥāq and ᶜAlī ibn ᶜĪsā al-Kaḥḥāl. This treatise is of interest first of all because it is possibly the most thorough and complete of all medieval Arabic ophthalmological tracts, and secondly because it contains some original ideas and approaches introduced into the treatment of these diseases by a well-known medical theoretician. All in all, it certainly does not deserve the dismissal afforded it by previous historians.[10]

9. M. Meyerhof and J. Schacht, *Theologus Autodidactus*, *op. cit.*, p. 16.

10. See M. Meyerhof and J. Schacht, *Theologus*, *op. cit.*, p. 23, and M Ullmann, *Medizin im Islam*, *op. cit.*, p. 213; see also Casey Wood, "The Lost Manuscript on Ophthalmology by the Thirteenth-Century Surgeon Ibn al-Nafīs", *Journal of the American Medical Association*, 104 (1935), 2122-2123. The treatise has not been studied in any detail by medical historians prior to the present author; Max Meyerhof was able to quickly examine one of the manuscripts not long before his death.

procedure known in the West as peritomy and practiced well into this century – was viewed by medieval physicians as a means of stripping off the pannus from the conjunctiva. In actual fact peritomy consisted of excising a strip of conjunctiva from the sclera around the limbus adjacent to the cornea with the purpose of cutting off the vascular supply. The medieval procedure frequently resulted in removing layers of the corneal epithelium. It could result in a great deal of bleeding and the formation of a corneal scar. Pterygium, on the other hand, was and is successfully removed surgically, although it frequently recurs later.

The ophthalmological tract by Ibn al-Nafīs represents a fuller treatment than in the 'classic' ophthalmological manuals of the late tenth century, such as those of ᶜAlī ibn ᶜĪsā al-Kaḥḥāl or ᶜAmmār ibn ᶜAlī al-Mawṣilī.[8] The treatise allows us to see Ibn al-Nafīs at his most creative and original, especially with regard to the theoretical aspects of his analysis. This is particularly evident in his discussion of whether pannus is natural or unnatural (normal or pathological), the parallel drawn between excision of pannus and circumcision, his theorizing as to the condition under which pannus is especially contagious, his laying down two conditions which provoke the onset of trachoma, and generally his concern with the causes of and relationships between diseases. He compares in detail pterygium and pannus, and it appears that he was the first to introduce the idea that pterygium is a form of pannus. Ibn al-Nafīs does not show as much dependence upon the ideas of Ibn Sīnā as one might expect from a commentator and epitomizer of the Qānūn. Nor is his treatise merely a rewording of the major ophthalmological tracts written up to his day, although there are, of course, many ideas and techniques common to them all.

(Cairo: Government Press, 1928) p. 57. Ḥunain wrote the Greek word as *qirsūfthālmīyā* which suggests a Greek word from *kirsos* meaning an enlargement of a blood-vessel and *ophthalmia* a disease of the eye. Al-Rāzī, citing Ḥunain as a source, stated that the Greek name is derived from the word *al-dawālī*, apparently trying to define the transliterated Greek word given by Ḥunain (al-Rāzī, Abū Bakr Muḥammad ibn Zakarīyā, *Kitāb al-ḥāwī fī al-ṭibb, Rhazes' Liber Continens. An Encyclopedia of Medicine. Part II. On the Diseases of the Eye* (Hyderabad: Osmania Oriental Publication Bureau, 1374/1955) p. 145; see also Max Meyerhof, "Nachträge zur Geschichte des Begriffes Pannus", *Archiv für Geschichte der Medizin*, 20 (1928) 391. The Arabic word *al-dawālī* is an early technical medical term for varicosity; for examples of its use see P. de Koning, *Trois traités d'anatomie arabes par Muḥammad ibn Zakarīyya al-Rāzī, ᶜAlī ibn al-ᶜAbbās et ᶜAlī ibn Sīnā* (Leiden; Brill, 1903) p. 817.

8. For texts and translations see ᶜAlī ibn ᶜĪsā al-Kaḥḥāl, *Tadhkiratu'l Kaḥḥālīn*, ed. by al-Hakim al-Sayyid Ghous Mohiuddin al-Sharafi (Hyderabad: Osmania Oriental Publication Bureau, 1964); Casey A. Wood, *Memorandum Book of a Tenth-Century Oculist for the Use of Modern Ophthalmologists* (Chicago: Northwestern University Press, 1936); *ᶜAlī ibn ᶜĪsā, Erinnerungsbuch für Augenärzte aus arabischen Handschriften*, trans. by J. Hirschberg and J. Lippert (*Die arabischen Augenärzte nach den Quellen bearbeitet*, I, Leipzig: Veit, 1904); and ᶜAmmār ibn ᶜAlī al-Mawṣilī, *Das Buch der Auswahl von den Augenkrankheiten*, trans. by J. Hirschberg (*Die arabischen Augenärzte nach den Quellen bearbeitet*, II, Leipzig: Veit, 1905) pp. 1-152.

with the liquid immediately before applying.[3] The previously mentioned article on Ibn al-Nafīs's drug therapy can be referred to for the particular recipes of the drug remedies which Ibn al-Nafīs mentions only by name in the following sections.

A brief word is necessary here concerning the conditions themselves. Trachoma (from the Greek *trachōmata* 'roughnesses') was well-known to both Greco-Roman and Islamic physicians. It was considered to consist of four stages and to be a disease of the eyelid.[4] Today it is viewed as a disease of the conjunctiva in which dense, hard-packed papillae form on the inner surface of the eyelid, resulting when untreated in several complications and sequelae. It was given the Arabic name *jarab* meaning 'scabies'. The condition known today as pterygium (from the Greek *pterygion* 'wing') is a triangular-shaped ingrowth of the conjunctiva onto either side of the cornea, most frequently on the nasal side. It was known to Greco-Roman physicians who classified it as a disease of the conjunctiva and described procedures for removing it surgically. The Arabic term for the condition is *ẓafara* 'pellicle'.

The first description we have of pannus is by the ninth-century physician Yūḥanna ibn Māsawaih.[5] By the tenth century Islamic physicians knew it to be always associated with trachoma. This invasion of the cornea by vessels from the limbus is indeed a secondary characteristic of trachoma. Occasionally the entire cornea becomes vascularized and the overlying corneal epithelium becomes irregular and shows small punctate ulcers.[6] The Arabic for it is *sabal* meaning 'rain', and the disease was classified by medieval Islamic physicians as a disease of the conjunctiva. There are no known Hellenistic or Byzantine sources which describe a condition which could be interpreted as pannus. However, the ninth-century oculist and translator. Ḥunain ibn Isḥāq stated that there was a Greek name for the condition.[7] The excision of pannus – a

3. For further discussion of the manufacture and use of various compound ocular remedies see Harald Nielsen, *Ancient Ophthalmological Agents* (Acta Historica Scientiarum Naturalium et Medicinalium, Vol. 31, Odense, Odense University Press, 1974); Muḥammad ibn Qassūm ibn Aslam al-Ghāfiqī, *Al-Morchid fi'l-Kohhl ou Le Guide d'Oculistique*, trans. by Max Meyerhof (Barcelona: Laboratoires du Nord de l'Espagne, 1933) pp. 159-165; Paulus Aegineta, *The Seven Books of Paulus Aegineta*, trans. by Francis Adams (London: Sydenham Society, 1844) Vol. III, pp. 548-577; and E. Savage-Smith, "Drug Therapy", *op. cit.* See also J. Hirschberg, *Geschichte der Augenheilkunde, Buch I: Geschichte der Augenheilkunde im Altertum* (Vol. XII of 2nd ed. of Graefe-Saemisch, *Handbuch der gesamten Augenheilkunde*, Leipzig: Engelmann, 1899) pp. 232-242.

4. See Max Meyerhof, "The History of Trachoma Treatment in Antiquity and During the Arabic Middle Ages", *Bulletin de la Société d'Ophtalmologique d'Egypte*, 29 (1936), 25-87.

5. Max Meyerhof, "Neues zur Geschichte des Begriffes Pannus", *Archiv für Geschichte der Medizin*, 19 (1927), 240-252.

6. For all three conditions see Patrick D. Trevor-Roper, *The Eye and its Disorders* (Oxford/London: Blackwell, 1974) pp. 404-410 and 461.

7. Ḥunain ibn Isḥāq, *The Book of the Ten Treatises on the Eye Ascribed to Ḥunain ibn Isḥāq (809-877 A.D.). The Earliest Existing Systematic Textbook of Ophthalmology*, ed. and trans. by Max Meyerhof

The present study will consist of a translation and edited text of the conten for the entire treatise and three complete chapters concerned with the trea ment of trachoma, pannus, and pterygium. These three conditions were selecte as examples of ophthalmological techniques to be analyzed in detail in th treatise by Ibn al-Nafīs because they were and still are today in the Nea East major causes of blindness, and because they illustrate some intricat surgical procedures as well as the general therapeutic principles used fo treating eye afflictions.

Pannus was recognized, at least by the tenth century A.D., as being characteristic companion of trachoma, while several thirteenth-century an later physicians including Ibn al-Nafīs clearly considered pterygium to b related to or a form of pannus, although today a direct relation between tra chomatous pannus and pterygium is not recognized. Islamic physicians recog nized trichiasis and entropion (ingrown eyelashes and rolled in eyelids) a sequelae of trachoma, but for the present only trachoma, trachomatous pannu and pterygium are dealt with here.

In an earlier article I translated the recipes for compound remedies fo these three diseases given by Ibn al-Nafīs in the formulary comprising a earlier chapter in his *Perfected Book on Ophthalmology*.[2] Throughout the fol lowing translations references will again be made to different compound drugs Among Islamic writers ocular remedies fell into two categories: a *kuḥl* (a ver fine powder) and a *shiyāf* (roughly translated as collyrium). The *kuḥls* wer of three types: the simple *kuḥl* applied to the eye with a probe (*mīl*), a *barū* (coolant) whose ingredients were considered cooling, and a *dharūr* (powder which was sprinkled on the eye without the use of a probe. The *shiyāf* had gun arabic or sarcocol as a base and was mixed with a plant juice, wine, vinegar rainwater, or other liquid. There were two classes of *shiyāf*, mild ones anc acrid ones, while some were classified according to the action of their ingredi ents, such as caustic or cicatrizing or narcotic (usually if they contained opium) The *shiyāf* was customarily formed into a cake or bar for storage and mixe

2. Emilie Savage-Smith, "Drug Therapy in Trachoma and its Sequelae as presented by Ibn al-Nafīs' *Pharmacy in History*, 14 (1972), 95-110. In this earlier article I also translated selected paragraph of the three chapters given in their entirety here. The present study in several respects constitutes correction to those parts of the earlier article. Moreover, in translating portions of his Formulary inadvertently omitted two recipes specified as useful for pterygium. Among the Shiyāfs they numbe 26th and 27th in his listing. Their translation is as follows:

> [No. 26] The Qaiṣar (Caesar's) Shiyāf for pterygium. Its recipe: washed haematite 12 dirhams gum arabic and burnt copper 1 dirham each: burnt yellow vitriol and verdigris 2 dirhams each kneaded with fennel water. [No. 27] Shiyāf for pterygium; its recipe: washed haematite 3 dir hams; burnt copper 2 dirhams; coral and pearl ½ dirham each; gum arabic and gum tragacantl 2½ dirhams each; pepper 4½ dāniqs; white lead 1 dirham; realgar, Dragon's blood, saffron and yellow amber, ½ dirham each; kneaded with chicken blood (*dam al-farārīkh*), dried an applied with milk of a wet nurse (*laban jārīya*: see note 74 below).

Ibn al-Nafīs's *Perfected Book on Ophthalmology* and His Treatment of Trachoma and Its Sequelae

EMILIE SAVAGE-SMITH*

THE THIRTEENTH-CENTURY SYRIAN-TRAINED OPHTHALMOLOGIST and chief of physicians in Cairo, Ibn al-Nafīs, is well-known to medical historians for the earliest description of the pulmonary circulation of the blood which he presented in his *Commentary on the Anatomy in Ibn Sīnā's Qānūn* (*Sharḥ tashrīḥ al-Qānūn*) and again in his *Commentary on the Entire Canon of Avicenna* (*Sharḥ al-Qānūn*). Ibn al-Nafīs, better known in the Islamic world by his *nisba* al-Qurashī, was an authority on religious law, logic, and theology, as well as a prolific writer of medical tracts. In addition to the commentaries on the *Qānūn* of Ibn Sīnā (Avicenna), he wrote a popular *Epitome of the Qānūn*, commentaries on the Hippocratic treatises *The Nature of Man* and *Epidemics*, a commentary on the *Questions on Medicine* written in the ninth century by Ḥunain ibn Isḥāq, a *Reference Book for Physicians*, and an extensive *Comprehensive Book on the Art of Medicine*, and *The Perfected Book on Ophthalmology*.[1]

In the latter treatise Ibn al-Nafīs presents a very thorough and systematic summary of ophthalmological practices in the thirteenth century, in which he presents some topics and approaches not to be found in the earlier literature.

*Gustave E. von Grunebaum Center for Near Eastern Studies, University of California, Los Angeles, California 90024. The author wishes to thank La Biblioteca Apostolica Vaticana and the Bibliothèque Nationale, Paris, for supplying copies of manuscripts used in this study and for permission to publish photographs and translations of portions of them. The examination of manuscripts at the Dār al-Kutub in Cairo was made possible by the Smithsonian Institution through the American Research Center in Egypt. The author also wishes to thank the staff of the Dār al-Kutub for its assistance and the Chester Beatty Library, Dublin, the Bayerische Staatsbibliothek, Munich, and the Cambridge University Library for supplying copies of manuscripts. These microfilms as well as other materials were made available with the support of a grant from the American Philosophical Society, Penrose Fund, Grant No. 5714. Most especially the author is grateful to Bruce G. Inksetter who carefully and painstakingly read the edited text and translation and generously offered suggestions. All errors, however, are the responsibility of the author.

1. For the life and writings of Ibn al-Nafīs see A. Z. Iskandar, "Ibn al-Nafīs", *Dictionary of Scientific Biography*, Vol. IX, pp. 602-607, and Manfred Ullmann, *Medizin im Islam* (*Handbuch der Orientalistik* Erste Abteilung, Ergänzungsband VI, Abschnitt 1, Leiden: Brill, 1970) pp. 172-176 and 213. For a discussion of his full name and a translation of the 18 biographical sources regarding Ibn al-Nafīs see Max Meyerhof and Joseph Schacht, *The Theologus Autodidactus of Ibn al-Nafīs* (Oxford: Clarendon Press, 1968).

ملخصات الأبحاث المنشورة في القسم الأجنبي

مسلمة المجريطي وكتاب ألفونس في إنشاء الأسطرلاب

خوليو سامسو

إن لمؤلفات ألفونس الفلكية والتنجيمية أهمية بالغة لدى مؤرخي العلوم العربية ، لا لأنها تنطوي أحياناً على ترجمات للمصادر العربية المفقودة وحسب ، وإنما لأنها تشهد على وسيع انتشار الكتب العربية الفلكية التي ترجمت إلى اللغات الرومانية (الناشئة عن اللاتينية) في القرن الثالث عشر . إن المفردات التقنية الجديدة التي ظهرت في اسبانيا إبان عصر ألفونس تأثرت تأثراً قوياً باللغة العربية ، بحيث إن النثر الفلكي الألفونسي كان يصعب فهمه في بعض الأحيان ما لم يترجم القارىء ذهنياً بعض العبارات إلى العربية . ومما يؤسف له أن هذه الكتب الألفونسية ما خلا جداول ألفونس لم تجذب اهتمام العلماء . ثم إن كثيراً من المصادر العربية « لكتب معرفة الفلك » (الاسبانية) لم تتحدد بعد .

وغرض هذا البحث اسهام متواضع في حل هذه المشكلة بتبيان أن واحداً من المصادر المباشرة أو غير المباشرة التي اعتمدت لتأليف أول كتابي ألفونس في الأسطرلاب المستوى هو على الأرجح الملاحظات التي كتبها ملسمة المجريطي (ت ٣٨٩ / ١٠٠٧) عن خريطة الكرة السماوية لبطليموس .

إن ما يهدف إليه كتابا ألفونس في الأسطرلاب المستوى هو إنشاء الأسطرلاب (في

٢٤ فصلاً) واستعماله (في ٥٨ فصلاً) . ولم يذكر لنا النص شيئاً عن المصادر التي اعتمدها . ولا نعرف أكان الكتابان مترجمين أم هما أصليان ، كما لا نعرف شيئاً عن اسم المؤلف أو المترجم ولا تاريخ التأليف الأصلي. إلا أنا نجد في فاتحة الكتاب مرجعاً إلى ترجمتين لألفونس سابقتين وهما : رسالة في الكرة السماوية (ترجمها حرفياً يهودا بن موشي وجوهان داسبا عام ١٢٥٩ ونقحت وزيدت عام ١٢٧٧) ، ورسالة في النجوم الثابتة (ترجمها يهودا عام ١٢٥٦) . فإذا ما استندنا إلى هذه المراجع قلنا إن كتابي ألفونس في الأسطرلاب المستوى قد كتبا بعد عام ١٢٥٩ ، وأمكن التساؤل عن يهودا أهو مترجم هذين الكتابين أم مؤلفهما ، وإن يكن يبدو في هذه المؤلفات كأنه المترجم الرئيس .

كتاب ألفونس في إنشاء الأسطرلاب المستوى موجز وواضح وقويم ، مما يبعث على الدهشة ما نراه من ملاحظة في الفصل الخامس « من أين يجب انطلاق دائرة البروج» الذي يمت بصلة إلى تقسيم دائرة بروج الاسطرلاب (دائرة الشمس الظاهرية) إلى إشارات ودرجات ....

وأول انطباع يتكون لدى قارىء نص ألفونس هو أن قوس GT يجب أن تكون مساوية لميل دائرة البروج لا لنصفه ، وستكون النقطة Q إسقاط القطب الشمالي على دائرة البروج ، أما PLQMN فتمثل قوساً لدائرة كبيرة متعامدة مع دائرة البروج . وسيكون إنشاء الأسطرلاب هذا شبيهاً بالانشاء الموصوف في الفصل الخامس عشر من خريطة الكرة السماوية لبطليموس ، ومع ذلك فإن ملاحظات مسلمة على مصنف بطليموس تلقي بعض الضوء على المسألة . فهو يصف ثلاثة إنشاءات مختلفةويبين أن غرضها إنما هو تقسيم البروج إلىعلامات (إشارات) ودرجات . وثالث هذه الإنشاءات يتفق كل الاتفاق مع إنشاء ألفونس ولكنه يزيد عليه شيئاً واحداً : ذلك أن مسلمة يعد قوس GR ضعف الميل ويحدد النقطة F بعد أن يعدها وقطب دائرة البروج شيئاً واحداً وحيداً ، بينما تعرف النقطة Q على أنها « قطب لدائرة عظيمة تقاطع مع دائرة معدل النهار على نقطتي GA وتقسم ما بين المنقلبين بنصفين » .

إن دور النقطة لا يتضح إلا إذا أخذنا بالحسبان نظرية سبق لمسلمة أن برهن عليها : إن الدائرتين العظيمتين GZA (دائرة البروج) و GBA (دائرة معدل النهار(الشكل الثاني)

تتقاطعان في النقطتين G ، A وأقطابهما المتعاقبة هيE,F . لنرسم الدائرة العظيمة GWA التي تمر خلال النقطتين A,G وتقسم القوس BZ إلى نصفين في نقطة W . فإذا رسمنا قوس الدائرة العظيمة QNYM أمكننا البرهنة بسهولة (كما فعل مسلمة) على أنGN = GM. مما يغدو معه واضحاً أن النقطة Q في الانشاء الألفونسي (شكل ١) ليست بإسقاط القطب الشمالي لدائرة البروج ، وأن القوس PLQMN ليست بقوس الدائرة العظيمة المتعامدة على دائرة البروج . وما نبلغ الهدف من الانشاء إلا عندما تكون النقطتان N و P هما في واقع الأمر بدايات برجي التوأمين والقوس (الرامي) على الأسطرلاب . ويبدو تأثير مسلمة ههنا واضحاً إلى حد ما .

ويتلقى انطباعنا الأول هذا بعض التأكيد إذا ما نحن نظرنا في الفصل السادس من كتاب ألفونس « أين يجب وضع النجوم الثابتة في الشبكة » والذي يعالج اسقاط النجوم الثوابت على شبكة (عنكبوت) الأسطرلاب ، وذلك بعد إذ تعطى إحداثياتها الاعتدالية (أي على خط الاعتدال) . يصف مسلمة لذلك الغرض ثلاثة إنشاءات مختلفة ، وأحدها إنشاء ألفونس نفسه . ومع ذلك فإن الوضوح هنا أقل إقناعاً : يحل الفصل الأول من خريطة الكرة السماوية لبطليموس وبالطريقة نفسها مشكلة إيجاد الاسقاط الاستيريوغرافي (التصوير المجسامي) لنقطة ما وذلك بعد معرفة صعودها وانحدارها . ويجب علينا أيضاً أن نضع نصب أعيننا أن كتاب ألفونس وملاحظات مسلمة على خريطة الكرة السماوية لبطليموس تستخدم ٢٤° وتعدها قيمة ميلان خط البروج ، على الرغم من أن هذه الضلع القائمة تستخدم أيضاً (مع ٢٣؛٥١° ٢٣؛٥١,٢٠°) في خريطة الكرة السماوية . إن السبب البين الذي دفع بطليموس إلى استخدام ٢٤° ($24° = 2$) هو أن للعدد (٢٤) قواسم مشتركة مع العدد (٣٠) وهي (٢ ، ٦ ، ٣) . ونستطيع بذلك استخدام العدد نفسه من التقسيمات للبروج والدرجات الاعتدالية (خط الاعتدال) .

ويشتمل الفصل التاسع من كتاب ألفونس « أين يجب أن ينشأ السمت » على بينة أخرى دالة على تأثير مسلمة . فإذا ما قارنا بدايات النصين كليهما (النص الأسباني ونص مسلمة) عن هذا الانشاء رأينا أنا لا نستطيع أن نزعم أن مقطع ألفونس إنما ترجم عن مسلمة ، إلا أن هناك عناصر مشتركة في النصين تكفي للقول بإقتراح وجود تأثير ما . وأحد هذه العناصر أن النص الاسباني يشير بوضوح إلى أن هناك ثلاثة إنشاءات مختلفة تستخدم لتأكيد تقسيم دائرة البروج ، وهذا ما نراه في ملاحظات مسلمة لا في كتاب الأسطرلاب المستوى ، ذلك

بأن هذا الكتاب لا ينطوي ، كما رأينا ، إلا على واحد من إنشاءات مسلمة . ونجد لهذه البينة توكيداً آخر إذا ما درسنا الانشاء الذي يصطنعه الفصل التاسع من هذا الكتاب لكي يقسم إسقاط الأفق بحسب الزوايا السمتية . وما هذا إلا واحد من الانشاءات الثلاثة التي وضعها مسلمة للغرض نفسه وهو يشبه كل الشبه المنهج الذي سقنا صفته من قبل وما يستخدم له من تقسيم إسقاط دائرة البروج .

وهذا كله لقمين أن يدعونا إلى طرح اقتراح مؤداه أن ملاحظات مسلمة إن هي إلا مصدر من المصادر المباشرة أو غير المباشرة التي اعتمدها المؤلف الألفونسي . ومن الواضح البين أن مؤلف كتاب الاسطرلاب المستوى ، وهو ليس بترجمة ، قد استند إلى مصادر أخرى أيضاً ، ذلك أن ملاحظات مسلمة ليست رسالة كاملة في انشاء الأسطرلاب واستخدامه. فإذا ما اثبتت بينات مقبلات أن كتاب ألفونس قد ترجم عن العربية فإنا نعتقد أن مصدر الترجمة قد يكون كتاب ابن السمح المفقود في إنشاء الأسطرلاب . ومن الجدير ذكره أن ابن السمح وابن الصغار هما تلميذا مسلمة، وربما عمد الأول منهما إلى رسالة أستاذه في إنشاء الاسطرلاب فاصطنعها وتوسع في اصطناعها ، هذا فضلاً عن أنه كان مؤلفاً يعرفه فلكيو البلاط الألفونسي كل المعرفة .



علم الأجنة لدى يوحنا بن ماسويه

أورسولا ڤايسر

ولد أبو زكريا يوحنا بن ماسويه عام ١٦١ هـ / ٧٧٧ م ، وينسب إليه أصحاب التراجم كتابين طبيين وأكثر من أربعين رسالة في موضوعات شتى. وهي تعتمد في المقام الأول على ترجمات سريانية لكتب بيزنطية . ومن بين كتبه التي لم يصلنا إلا جزء منها كتاب صغير بعنوان « المقالة في الجنين وكونه في الرحم » . ولم يكن الطب وحده يقصر اهتمامه على التناسل ونشوء الجنين بل كانت تقاسمه ذلك الاهتمام الفلسفة الطبيعية . وكانت المعرفة

التجريبية لتطور الجنين مقصورة على وقائع غير تامة وعرضية تكتسب بفحص المجهض وتشريح الحبلة من الحيوانات. فاضطر العلماء، ابتغاء بلوغ تفهم عقلي دراك لقوانين التناسل، أن يعوضوا عن ندرة الوقائع ومعطيات الملاحظة بالتفكر والاستنتاج بالمقايسة . وهذا ما ينطبق بخاصة على تحديد مراحل النمو قبل الولادة ومدتها . ذلك أن ما يلاحظ على الحيوان هنا لا يمكن نقله إلى الإنسان بسبب اختلاف أطوال (مدة) الحمل . ومزية علم الأجنة اليوناني القديم تتمثل في محاولته ملاءمة هذه المعطيات الايجابية عن هذه المدد ضمن مخططات عددية تهيأت في الأغلب بالتشابه مع نماذج منتظمة اكتشفت في ظاهرات طبيعية أخرى. إلا أن معظم هذه الطرائق تنحرف عن الحقيقة بسبب من ضعف أساسها التجربي وطابع حجبها القَبْلي **(a priori)** .

وقد قل الاهتمام بالمعطيات العددية للحمل في العصور الهلينية ، ذلك أن الأطباء يقرون الآن أن الاختلافات الفردية في طول الحمل قد أفضت إلى عجز المعرفة التجريبية المتاحة عن صياغة نظرية عددية صحيحة لنشوء الجنين . ولما كان العرب هم أوائل من اطلعوا على ما أتى به سابقوهم من علوم ، كان ذلك مدعاة إلى أن نقع في الأدب الطبي العربي القديم على تفضيل معين لحسابات مراحل تكون الجنين في الرحم . والواقع أن رسالة ابن ماسويه تعطينا فكرة جيدة عن هذا الاتجاه من التفكير في علم الأجنة الذي كان سائداً في العصور الاسلامية الأولى والذي كان يعالج بإيجاز فيزيولوجية نشوء الجنين معتمداً في المحل الأول على رسائل أبو قراط في « الولادة » « وطبيعة الطفل » وعلى رسالة جالينوس في « المني » ، بينما خصص القسم الأكبر من النص لأدوار الحمل وتكون الجنين في الرحم وتبيانها بحجج نظرية العدد .

يقول ابن ماسويه بدءاً إن الجنين يتكون من حيوانين منويين مذكر ومؤنث يختلطان في الرحم. وهو قد اتبع جالينوس في رأيه القائل إن وظيفة المبيضات شبيهة بخصيتي الرجل، فهي بذلك تفرز منياً يحمل إلى الرحم بوساطة أنابيب الرحم التي شبهت بالمجاري المنوية الذكرية، هذا بعد أن طال النقاش في الطريقة التي يسهم بها الذكر والأنثى في التناسل في علم الأجنة اليوناني ، فجماعة من العلماء قالت إن الأنثى تقوم بوظيفة غذائية محض فضلاً عن أنها تمد الجنين بالمكان ، بينما يزعم آخرون أن كلا الجنسين يفرز منياً . وفضلاً عن ذلك فإن ابن ماسويه اتبع جالينوس في قوله إن منيي الجنسين ليسا متماثلين كل التماثل ،

ذلك بأن المني الذكري أكثر فعالية بسبب تماسكه الأكبر في حين أن مني المرأة رقيق يشبه مني الخصيان . وهذا الاختلاف إنما يفسر اختلافاً في الوظيفة : فمني المرأة يغذي المني الذكري في أثناء الأيام الخمسة الأولى بعد الحمل ، ثم يتغذى الجنين بعد ذلك بدم حيض الأم ، وذلك لأن المني الذكري في بداية أمره ليس بذي قوة كافية لهضم الدم مما يضطره إلى التغذي بالمني الأنثوي وهو مادة أقرب بطبيعتها إليه من الدم .

ثم تتشكل أغشية ثلاثة حول المني : الأول هو المشيمة المؤلفة من الشرايين والأوردة التي تنقل دم الأم إلى الجنين . والثاني هو الغشاء اللفائفي وما وجد إلا ليجمع بول الجنين، أما الغشاء الثالث فأشبه بوعاء يجمع عرقه . وكل ذلك إنما يصدي أقوال جالينوس بإيجاز يحذف خصائص التكون . وكان الأطباء اليونان وفلاسفتهم يؤكدون على الرأي الذي يزعم أن الذكور ينمون بأسرع مما تنمو الإناث ، ذلك أن ملامحهم الخارجية تتكون في وقت أبكر ولكنها تنحرف في الوقت الذي يبلغ فيه الجنسان المظهر الانساني . إن أرقام ابن ماسويه لمرحلتي التكون والنشوء تشبه ما اقترح المؤلف الأبوقراطي لكتاب « في طبيعة الطفل » من أرقام (أعداد) ، وهي ثلاثون يوماً للذكور وأربعون يوماً للإناث . ويرى ابن ماسويه أن السبب العام للاختلاف يكمن في أن طبيعة الإناث أقرب إلى المادة من حيث الانفعال ، وما ينمون ببطء إلا بسبب انفعالهن كالمادة ، بينما لا يتأثر الذكور بعطالة المادة ، فهم يشبهون الصورة التي هي المبدأ الفعال للعالم . هذه الحجة مشتقة من التعارض الأرسطي بين الصورة والمادة كعلل عامة للكون . وتعني هذه الطريقة الثنائية للنشوء والنماء أن مساهمة الأنثى في التناسل متصلة بالمادة التي يتشكل منها الجنين (أي دم الحيض) ، بينما المني الذي ينقل المبدأ الديناميكي ويمنح المادة التي تقدمها المرأة القدرة على النماء (التطور) إنما يجيء من الذكر وحسب . إلا أن حجة المادة والصورة لا تتفق مع مفهوم ابن ماسويه الأساسي عن التناسل لما قاله من عزو تولد المني إلى الجنسين معاً .

إن الدعوى القائلة بالأيام الثلاثين والأربعين لأوقات النشوء مستندة إلى حجج عزيت إلى فيثاغورس ولم نجد لها أثراً في الأدب الطبي الجاهلي ... وكان الفرد يعد ذكراً والزوج أنثى ، وأما أن الفرد يسبق الزوج في تسلسل الأعداد فتلك بينة إضافية على أن الذكر الذي يناسب المفرد يتقدم الأنثى في اكتمال الشكل الجسمي ...

ثم إن الاختلاف نفسه بين الذكر والأنثى يلاحظ في تاريخ الحركة الأولى التي يبديها

الجنين في الرحم ، فهي تحدث عادة لدى الذكور بعد مضي ثلاثة أشهر على الحمل في حين تحدث لدى الإناث بعد مضي أربعة أشهر ، وهي أرقام اقتبست من مجموعة أبوقراط أيضاً. وابن ماسويه يشرح ذلك مستعيناً بالمذهب المشهور القائل إن الكائن الحي المذكر يمتلك قدراً أكبر من الحرارة ، وهي سبب سرعة نمو الذكور . وقد اصطنع الحجة نفسها جالينوس لتفسير الاختلاف في مراحل التكون أو النشوء . ويمكن القول بعامة إن الحركة الأولى تحدث بعد مضي ثلث مدة الحمل ، وهو قول مبني على الاعتقاد الأبوقراطي أن الأزمنة التي تنقضي منذ بداية الحمل حتى الحركة الأولى ومن هذه حتى الولادة إنما تجري بنسبة ١ إلى ٣ . ويقال إن هناك ثلاثة أنواع من المني تتميز في سرعة النمو ، وثلاثة أزمنة تناسبها وهي الشهر السابع والتاسع والعاشر . أما الطفل المولود قبل الانقضاء التام للزمن المناسب له فيغلب عليه ضعف البنية . والحقيقة أن لهذه المراحل الثلاث صلة بالعدد بالمعنى الفيثاغوري ، إذ كان العدد يعد مبدأ النظام الكوني . وقد أفضى العقد إلى شكل معقد من الحساب سمي بلاهوت الأعداد . وموضوعه خصائص الأعداد العشرة الصحيحة الأولى ومعانيها العميقة بحيث ترتبط خصائصها الرياضية بالفضائل الفيزيائية للأشياء المعدودة بها ، مما فسر معه التوازي على أنه هوية والتوافق على أنه سببية ، وهذا ما يبين ألوهية هذه الأعداد وأهميتها من أجل بناء الكون .

اقتبس ابن ماسويه من الرمزية العددية الفيثاغورية مفهوم التناسل من أجل تفسير فضائل الرقم (٧) ، وهو أول مدة ممكنة لولادة كائن حي ما ، ولهذه الرمزية جانبان : المولِد والمتولد ، فإذا صنفنا أعداد العقد بحسب هذين الجانبين وجدنا ثلاثة ضروب مختلفة . هناك عدد لا يتولد ولكنه يولد وهو العدد (٥) الذي إذا ما تضاعف انتج العدد (١٠) وهو ليس مضاعف العدد (٢) لكونه مفرداً : أما العدد (٤) فهو مولد ومتولد لأنه ضعف العدد (٢) وينتج بمضاعفته العدد (٨) : أما العدد (٧) فهو غير متولد لفرديته إلا أنه يضاعف ، وهو ليس بمولد لأن مضاعفه العدد (١٤) لا يقع في مجال العقد الأول . فالعدد (٧) إذن هو أكثر الأعداد مناسبة ومواءمة لقياس مدة النماء الجنيني وذلك بسبب وقوعه ما وراء جانبي النشوء .

أما مدة الأشهر التسعة فتستند إلى العدد الفردي الأول (٣) ، وامتيازه يتضح من السمو الجوهري للأعداد الفردية إذا ما قيست إلى الأعداد الزوجية ، والطفل المولود بعد

المدة المقاسة بالعدد (٩) سيكون سليماً وخلواً من كل أذى . أما الشهور العشرة فهي أفضل مدة للولادة لأنها تلائم أكمل عدد .

ثم يعود ابن ماسويه إلى الأسباب الفيزيولوجية للولادة مستشهداً بقول لأبوقراط مؤداه أن الولادة تحدث بفعالية يقوم بها الطفل ، ذلك أنه لكبره يحتاج إلى قدر من الطعام أكبر مما يستطيع أن يقدمه له الرحم ولذلك يسعى إلى الخروج من أجل الحصول على غذاء كافٍ ، ويتولد من حركته العنيفة تمزق للأغشية التي كانت تدعمه في الرحم. ثم يلتفت ابن ماسويه بعد بحثه في الولادة إلى الاختلاف الحادث بين الأعضاء الأساسية فيقول إن المني ينتفخ بعد مضي أربع وعشرين ساعة على بداية الحمل ويحدث شق في منتصفه تنمو منه السرة، وما تتشكل السرة والحبل المشيمي في البداية إلا لأنهما يقومان بتغذية الجنين . ويتشكل القلب بعد ذلك لأنه مصدر الحرارة الفطرية أي مركز الحياة نفسها ، ثم يليه الدماغ والنخاع الشوكي الذي يتولد منه الحركة والادراك الحسي ... أما الأعضاء الأخرى فلم تعالج بالتفصيل .

أما الفصل الأخير من المقالة فيتخذ له موضوعاً الأطوال الدقيقة لمراحل النمو المتعاقبة والتي صنفت لأطفال تبلغ أعمارهم الأشهر السبعة والثمانية والتسعة والعشرة . وهو يعتمد بعض الاعتماد على مقطع في كتاب أبوقراط « في التغذية » ويميز ثلاث مراحل تمتد الأولى من بداية الحمل حتى التشكل ثم الثانية من التشكل حتى الحركة الأولى أما الثالثة فمن الحركة الأولى حتى الولادة . والأرقام الموضوعة لكل مرحلة تشكل نسباً محددة ثابتة لكل ضرب من ضروب الحمل الأربعة. فمثل المرحلة الأولى بالنسبة إلى الثانية كمثل ١ بالنسبة إلى ٢ ومثل الثانية إلى الثالثة كمثل ١ إلى ٣ . وقد عدل ابن ماسويه النموذج الأبوقراطي فقسم المرحلة الأولى إلى أربع خطوات ، وعرف فيها المني في مراحله بقوله إنه يشبه الرغوة والدم ومضغة اللحم ثم تتم صورته. وهذا التقسيم يماثل تقسيم جالينوس وأثيناوس الأتالي على الرغم من الاختلاف الطفيف في تعريفهما للمراحل الأربع . وجالينوس لم يدل بقيم معينة لأطوالهما ، أما أرقام أثيناوس فتستند إلى سلسلة تساعية ، أي أن كل مرحلة تشتمل على تسعة أيام . أما ابن ماسويه فيصطنع نسبة عددية أخرى ، وهذه المحاولات جميعاً ترجع إلى مصادر فيثاغورية في لاهوت الأعداد ...

إن علم الأجنة الفيثاغوري لا يأخذ بالحسبان إلا مرحلتين مختلفتين للحمل وهما سبعة أشهر وتسعة أشهر ، فإذا ما شئنا حساب مراحل النمو عمدنا إلى النحو التالي وصدرنا

المجموعتين كلتيهما بالعدد (٦) لأنه عدد تام . أما الحد الأقصى للحمل الأدنى فهو العدد (١٢) ونحصل عليه بمضاعفة العدد الأساسي وبإحلال النسبتين المتوسطتين الانسجامية (٨) والعددية (١٢) محل الاختلاف بين الحدين . فإذا ثلثنا العدد (٦) من أجل الحمل الأكبر حصلنا على الحد الأكبر (١٨) والحدين الأوسطين (٩) (الانسجامي) و ١٢ (العددي) وفي كل مرة يحسب تاريخ الولادة بضرب مبلغ الحدود الأربعة (أي ٣٥ أو ٤٥) في القاعدة (٦) ، وينجم عن ذلك ٢١٠ أيام أو ٢٧٠ يوماً أي سبعة أشهر أو تسعة أشهر على التوالي .

إن الأرقام المعزوة إلى الأطفال الذين يبلغون الأشهر الثمانية أو العشرة لا تتفق بشكل واضح مع الخطة الفيثاغورية . وما يثبت ذلك أن الحدود الكبرى يمكن أن تعد مضاعفات للعدد الأساسي (٦) ، أما الحدود الوسطى فلا تظهر تلك الخصائص الفردية التي يقتضيها التناسب الفيثاغوري . ومن البين كل التبيان أنها لم تتخذ إلا لكي تناسب المقادير (٤٠) و(٥٠) التي حددها التقليد الطبي ، وكيما تظل أقرب ما يكون القرب إلى حدود الحد الأصغر والأعظم . ويمكن القول إنها إنما أضافها طبيب كان اهتمامه منصرفاً إلى إتمام معطيات النموذج الأبوقراطي بأكثر مما هو منصب على البحث عن التماسك الرياضي . بل إنه ربما لم يفهم القاعدة التي يستند إليها التسلسل العددي الفيثاغوري .

لا شك أن ابن ماسويه لم يقم بدمج النظرة إلى العدد كما وردت في علم الأجنة الفيثاغوري في صلب التقليد الطبي المستقى من أبوقراط . فقد نقل النظرية نفسها ، مع شيء من الاختلاف في أسلوب التعبير ، البلدي (في القرن العاشر الميلادي) وذلك بالاستناد إلى بولس الإيجي (وهو طبيب بيزنطي كان يعيش في الاسكندرية في زمن الفتح العربي لمصر عام ٦٤١) . وكان العرب يعدون بولس مرجعاً في علم الولادة فكانوا يلقبونه بالقوابلي . ولم يبقَ من مؤلفاته إلا خلاصة يونانية لم يعالج فيها باسهاب علم الأجنة . لم يذكر البلدي عنوان مصدره وإن يكن من المحتمل أنه مستوحى من مقطع من كتاب مفقود لبولس . وقد يستنتج من التطابق الوثيق بين نصي البلدي وابن ماسويه ، مما يدل على أن لهما جميعاً مصدراً مشتركاً ، أنه قد استقى الفصل الأخير من مقالته من بولس .

إن ما كتبه ابن ماسويه لا يقدم عرضاً كاملاً لما تيسر من معرفة عن علم الأجنة ولا

يشتمل على مناقشة لمختلف الآراء في الموضوعات المطروحة ولا ينطوي على أية وجهة نظر مستقلة للمؤلف عن الموضوع بحيث إنها لا يمكن أن تعد إسهاماً أصيلاً . وما قصد ابن ماسويه إلا أن يقدم كتاباً شاملاً يجمع المذاهب المعروفة في المشكلات الرئيسة لنشوء الجنين والتي كان لها بعض القبول بعامة . وتستند تعاليمه الفيزيولوجية في المقام الأول إلى أبوقراط وجالينوس. ويمكن القول إنه لم يحصل هذه المواد من الأصل من طريق مباشرة بل اصطنع خلاصات وافية في علم الأجنة على نحو تأليفي يجمع بين رأسي الطب اليوناني . ولا ننسَ تأثره بالفيثاغورية لما أخذه عن بولس وغيره (دون استطاعتنا الجزم بذلك) كما لا نستطيع تحديد مصدر المذاهب العددية التي اعتمدها بسبب من إيجاز المقاطع .

إن قيمة علم الأجنة لدى ابن ماسويه ، إذا ما قيس إلى تاريخ الطب العام ، إنما تكمن في المحل الأول في أنه احتفظ لنا ببعض الآثار من تقاليد علم أجنة العصور القديمة المتأخرة التي لم ترد في النصوص اليونانية الباقية (فيما بقي من نصوص يونانية) . وهكذا نعلم أن الأطباء البيزنطيين لم يحيوا ، قبل الفتح العربي بقليل ، التقديرات العددية التي جاءت في علم الأجنة الطبي الأقدم والتي اهملت إلى درجة ما خلال العصر الهليني ، وأنهم ، بالاضافة إلى ذلك ، أحلوا محل التقليد الطبي مفهومات رياضية (حسابية) ذات أصل فيثاغوري جديد وهي مفهومات ترجع إلى الميل العام في ذلك الزمن إلى صوفية العدد .

إن نظرة نلقيها على التطور اللاحق لعلم الأجنة في الاسلام تطالعنا على أن غلبة المشكلات التي لها صلة بمدة الحمل ومراحل النمو قبل الولادة ، كما كان سائداً لدى ابن ماسويه وغيره من علماء المرحلة الأولى ، قد تضاءلت لدى مؤلفي العصر الكلاسيكي كالرازي وابن سينا وعلي بن العباس المجوسي . وعلى الرغم من أن هؤلاء لم يغفلوا كل الإغفال الأعداد التقليدية فإنهم يذكرونها عرضاً في حين يتوجهون باهتمامهم الأكبر إلى الجانب الفيزيولوجي لتكوين الجنين . مما نرى معه أن اتجاههم أقرب إلى إتجاه الأطباء الهلينيين كجالينوس مما هو إلى أسلافهم العرب .



جداول ابن مجدي لحساب التقويم الفلكي

د. كينج ، ا. س. كندي

تصف هذه الدراسة فئة من الجداول الفلكية التي ترجع إلى أواخر القرون الوسطى والتي لم يعرها مؤرخو العلوم اهتماماً حتى وقتنا الحاضر، في حين لقيت قبلها مجموعة من الأعمال التي تمت بوشيجة إليها عناية في الأدب وانتشاراً إلا أنها لم تطبق إلا على الشمس والقمر . ولقد استخدم المنشىء المجهول للجداول القمرية نصاً بابلياً قديماً ابتغاء انجاز تقنية غرضها الحصول السريع على مجموعة من خطوط الطول للقمر . ومن المظنون به أن الفلكي المصري ابن المجدي كان يعرف هذه الجداول القمرية فطبق المفهوم الأساسي نفسه على حساب مواقع الكواكب أيضاً. مما يستبين معه كيف كان علماء الاسلام في القرون الوسطى يسعون دائماً، دون التلاعب بالنماذج المجردة الأساسية لبطليموس، إلى تسهيل حسابات من يمارس الفلك والتنجيم من الناس .

ألف ابن المجدي ما ينوف على الثلاثين رسالة في الفلك والرياضيات. وأما أشهر أعماله الفلكية فجداوله الكوكبية المسماة « الدر اليتيم » وهي موضوع بحثنا هذا .

ولنقل بدءاً إن هناك التباساً كبيراً يحيط بما كان لابن المجدي في هذه الجداول من سهم . ذلك بأن مصادر المخطوطة لا تقرر على نحو واضح اسم المؤلف الحقيقي لمجموعة جداول الشمس والقمر والنجوم والتي تستند إلى منهج الدر اليتيم ، إلا أنا نعتقد أن ابن المجدي كان صاحب جداول الشمس والقمر وحدها ؛ وأنه وضع الأسس العددية لحساب جداول مشابهة للكواكب ، إلا أن الجداول نفسها لم يؤلفها إلا فلكيون جاؤوا بعده. وهذه كلها ليست ضرباً بطليموسياً من القياس يبين الحركات الوسطى والمعادلات ، كما أنها لا تمثل التطور الاسلامي الخاص بهذه الحركات في شكل جداول لمعادلة تدخل فيها إزاحة زاوية معينة يمكن اشتقاقها مباشرة من جداول الحركة المتوسطة . إن جداول ابن المجدي إن هي إلا جداول ثانوية تستخدم ابتغاء تصنيف التقاويم الفلكية ، أي أنها جداول تبين مواقع القمر والشمس والكواكب في كل يوم من أيام السنة ، وقد كانت تستخدم في مصر على نطاق واسع حتى القرن التاسع عشر .

إن هناك مبدأ مشتركاً بين تقنية جميع الكواكب والقمر (المقطع الثاني)، إلا أنا نحتاج إلى ثلاث فئات من الجداول إذا ما شئنا تطبيق التقنية على الكواكب (تدرس في المقاطع الثلاثة التالية) . وهذه الجداول تشتمل على أعمدة لتحديد النهار الذي يحسب من أجله خط الطول . فإذا كان هناك اختلاف بين جداول نموذج الشمس وجداول نماذج القمر والكواكب فلأن النموذج الشمسي أبسط في جوهره من النموذجين الآخرين .

المبدأ الأساسي للجداول الكوكبية

إن قياس خط طول كوكب معين في لحظة محددة بحسب جداول من نمط المجسطي ، إذا ما توفرت هذه، شيء ممل ومعقد وصعب ، ذلك أن التوابع مثلثاتية، أي دورية ، وتركيبها من أجل تشكيل ة ممل ومعقد ويحتاج إلى استيفاء تام واختيار مناسب للرموز. فمن يود حساب مجموعة من المواقع الكوكبية في ظهور متتابعة خـــلال عشرة أيام عليه أن يعيد العملية كاملة منذ البداية من اجل كل ظهر .

أما من يستخدم جداول ابن المجدي فيستطيع تجنب هذه المصاعب إذا ما التجأ إلى الوقائع التالية : يمكن ايجاد دورة طويلة لكل فلك (سيار) وهذه الدورة تتكون من عدد صحيح من الأيام وهو العدد الذي يقيس بدقة كبيرة عدداً تاماً من الدورات الحصية للكواكب . فإذا ما اخترنا يوماً فيه الازاحة الزاوية الحصية γ صغيرة ثم نظرنا في مجموعة الأيام المنفصلة عن اليوم المختار بمضاعفات تامة للدورة الكبرى (شكل ١) ، وفي كل من هذه الأيام ستكون γ صغيرة أيضاً بسبب وجود الدورة الكبرى ، ثم قسمنا الدورة الكبرى إلى دورات أصغر تمثل مجموعة الأقمار فإنا نرى أن γ مرت خلال ٣٦٠° في الساعات الأربع والعشرين السابقة لكل منها . أي أن كلاً من التقسيمات الثانوية بين العلامات المنجمة المتتالية على الشكل يبين القمر الأول في دورة حصية جديدة . إن التغير في γ بين أي تقسيم ثانوي والعلامة المنجمة السابقة لا يمكن أن يتعدى الحركة الحصية في يوم واحد . مما ينجم عنه وعن الوضع الأصيل للعلامات المنجمة أن تكون قيمة γ صغيرة في جميع التقسيمات .

وقد تم حساب ثلاث مجموعات من الجداول .

١ ـــ جدول الأيام الذي يتيح للممارس أن يحول يوماً معطى بالتاريخ الهجري إلى عدد (d) يبين الأيام التي انقضت منذ الهجرة .

٢ – جدول الحركات المتوسطة في جزئين لكل كوكب ويعطي جزؤه الأول قيم d لكل قمر .

٣ – جدول $\Delta\lambda$ لكل كوكب سيار وهو يعطي التزايد في خط الطول ليضاف إلى خط الطول المتوسط في بداية دورة خاصة وذلك كيما تحوله إلى خطوط طول صحيحة للمدة التالية من الأيام . وهناك ثلاثة متغيرات مستقلة : ١ – الأيام المنقضية ضمن الدورة ٢ – قيم المركز α في بداية الدورة ٣ – الخاصة γ في الوقت نفسه . ونحن نسمي هذا الضرب الثالث من الجداول ازدياداً لا معادلة .

جدول الأيام :

يطبق جدول واحد لتحديد جميع الكواكب ، وهو جدول أيام المسير للكواكب ، فإذا ما أعطينا تاريخاً هجرياً فإن الجدول يبين بالنظام الستيني عدد الأيام التي انقضت منذ وقت الهجرة حتى التاريخ المسؤول عنه . وهناك مقطعان : واحد للسنوات المجموعة وآخر للسنوات المبسوطة . فأما الازاحة الزاوية للمجموعة فهي : $30\,(k + n)$; $n = 0,1,2,...r,$ ، حيث r, k ، أعداد طبيعية مناسبة تغطي في مدد الدورة الهجرية لثلاثين عاماً مدى التطبيق الممكن للجدول . أما المقطع المبسوط فيعطينا عدد الأيام في عدد من السنوات الهجرية وفي الأشهر المتعاقبة للسنة وينتهي بـ ٥,٥٤ (= ٣٥٤) للأشهر الاثني عشر للسنة العادية و ٥,٥٥ للسنة الكبيسة . وطريقة استخدام الجدول واضحة بينة إذ ينبغي الحصول على ثلاثة بنود من أجل تاريخ معين : البند المقابل للإزاحة الزاوية العظمى في المقطع المجموع وهي أدنى من السنة المعطاة أو مساوية لها ، البند المقابل في المقطع المبسوط لتجاوز السنة المعطاة للبند المختار – البند المقابل للشهر المعطى في التاريخ المعطى . ونضيف إلى مجموع هذه البنود الأيام المنقضية من الشهر المعطى في التاريخ ، والمجموع الناجم d يمثل عدد الأيام التي انقضت منذ وقت الهجرة .

جداول الحركة الكوكبية المتوسطة : لكل كوكب مقطعان : الأول مبسوط ويعطي عدد الأيام التي أنقضت منذ وقت الهجرة حتى اليوم الأول لكل دورة مجدولة ، أما الثاني فمجموع ويعطي عدد الأيام التي انقضت منذ بداية الدورة الكبرى حتى اليوم الأول

للدورات الحصية المتتالية . وتبين البنود الثلاثة المقابلة لكل رقم (يوم) متغيرات المتوسط والخاصة والمركز خلال العدد الخاص للدورات الحصية .

جداول الازدياد الكوكبي : إن تصميم جداول الازدياد قد جعل بحيث ينزل على كل صفحة عمود إلى يمين الجدول ، مما نرى معه أنه ما إن يجد المستعمل لهذه الجداول $\Delta\lambda$ الصحيحة من أجل يوم خاص فإنه سيجد $\Delta\lambda$ للأيام العشرة التالية لليوم الذي أوجد من قبل ... وهذا ما يلائم بصورة خاصة حساب الأزمنة التقويمية الفلكية .

ثم إن المبادىء التي استخدمت في الجداول الكوكبية تستخدم أيضاً في الجداول القمرية حيث يحل الامتداد المزدوج 2η محل α (المركز) وتبلغ الدورة الطويلة ٥١,٣١ يوماً أي ما يعادل ١,٥٠ شهراً حصياً وحيث تقدر الحركة اليومية لـ γ بـ ١٣° . وقد اختيرت النقاط الأولى للدورات الطويلة بحيث تكون عندها γ صغيرة ، مما نرى معه أن γ في النقاط الأولى للفترات القصيرة لأقدار الأيام التي تبدأ فيها الشهور الحصية المتتالية لن تكون بقدر ١٤ درجة .

فإذا أردنا إقامة جدول لحركة الشمس المتوسطة رأينا أن للشمس معادلة واحدة ، في حين أن للكواكب والقمر معادلتين ، مما يفضي إلى اختلاف جداول الشمس عن الجداول الأخرى . إن جدول حركة الشمس المتوسطة يشتمل على مقطعين ولكل ثلاثة أعمدة وبنودها هي : ١ — الأيام الكاملة ، وإزاحة الجدول الزاوية ٢ — مواقع الشمس المتوسطة أو حركاتها ٣ — إزاحة زاوية الخاصة الشمسية . ويسمى أحد المقطعين مجموعاً ويسمى الآخر مبسوطاً (ممدوداً) ، ويمثل البند الأول من العمود الأول في المقطع المجموع عدد الأيام التي انقضت منذ اليوم المعطى في التأريخ ، ومن هنا يجيء تناسبه مع تأريخ محدد . وقد تستنبط البنود التالية في عمود الأيام من إضافة ٣٥ سنة جوليانية (وتشتمل السنة الجوليانية على ٣٥٦ يوماً و ١/٤ اليوم) . إن البنود المناسبة في أعمدة المتوسط والخاصة تبين مواقع الشمس المتوسطة وخاصتها في الازديادات المتتالية للسنوات الخمس والثلاثين المشار إليها . ويبدو أن سبب اختيار هذه المدة الخاصة هو أن الحركة الحصية خلال هذا الزمن تقرب كل القرب من عدد كامل من الدورات . ويمثل المقطع المبسوط للجدول في العمود الأول عدداً من الأيام في عدد من السنوات الجوليانية ابتداء من سنة كبيسة ثم ندخل إضافة مماثلة بعد ذلك كل أربع سنوات ،

ويعطينا العمود الثاني قدر الحركة الشمسية المتوسطة في هذه الأزمنة . أما العمود الثالث فيعطينا مقدار الحركة الحصية وهي أقل من درجة في اليوم ...

أما جدول الازدياد الشمسي فيسمى جدول تعادل الشمس وله ازاحتان زاويتان : واحدة تسمى فاضل الأيام والثانية تسمى مجموعة وتشتمل على قيم الازاحة الزاوية الحصية الشمسية γ . إن خط الطول الشمسي الصحيح هو :

$$\lambda = \bar{\lambda} + e$$

حيث تمثل $\bar{\lambda}$ خط الطول الوسطي ، الدالة الخطية للزمن ، وتمثل e معادلة الشمس ، الدالة على شكل منحنى جيبي لقيمة الذروة الصغيرة المحاذية للمحور الأفقي على الشكل (٢) . e دورية وكل دورة تستغرق سنة . بل إن دورتها على وجه أدق هي الزمن الذي تقتضيه الازاحة الزاوية الحصية كيما تجري خلال دورة كاملة . بحيث إن دالة خط الطول الصحيح مؤلفة من خط مستقيم صاعد وضعت عليه سلسلة من المويجات المتماثلة . وجريان الحركة على دائرة يسمح لنا أن ننظر إلى المنحنى كأنه ساقط على المحور الأفقي في كل مرة يبلغ فيها ٣٦٠° . وإذا ما نظرنا في اللحظة التي تمر فيها الشمس في أوجها وضعنا النموذج البطليموسي على نحو تكون فيه γ صفراً و $\lambda = \bar{\lambda} = m_2$ وبحيث تمثل البنود في أسفل العمود الأول في جدول المعادلات (من أجل $\gamma = 0$) بمجموعة القطاعات الشاقولية المنقطة الصاعدة من الخط الأفقي ذي الارتفاع m_2 والمنتهي بمنحنى المعادلة .

$$\Delta_n \lambda = e_n + n \cdot \dot{\bar{\lambda}}$$

حيث تمثل e_n قيمة المعادلة الشمسية بعد عدد n من الأيام التي انقضت منذ اجتياز الأوج ، أما $\dot{\bar{\lambda}}$ فتمثل نسبة الزيادة في $\bar{\lambda}$ بالدرجات في اليوم . وتتبين صحة هذا التوكيد بحساب حركة الشمس المتوسطة في ١٠ أيام وعشرين وثلاثين يوماً وتطرح النتائج من البنود الملائمة في العمود الأول من الجدول حيث تعادل γ صفراً . أما في العمود الأخير من الجدول نفسه فالحاصة تبلغ درجة واحدة ، ثم تسقط الحركة الشمسية المتوسطة من البنود المتتالية والتي تفصل بينها مدة عشرة أيام. ويمكن القول إن الشمس كانت قد عبرت الأوج بدرجة واحدة في اليوم صفر . ثم إن تقدم المتوسط والحاصة بما يقرب الدرجة في اليوم يجعل التنقل الأفقي بين المنحنيين أقرب ما يكون إلى اليوم . ويتحقق هذا المفهوم بحساب الخط الأفقي

لكل زوجين اثنين من منحنيات المعادلات بين $\Delta\, d = 6{,}.0$ و $\Delta d = 6{,}.10$. ويمكن اصطناع الاستيفاء الخطي ، لما هي عليه المنحنيات من انبساط في هذا التقريب ، وإن يكن في ذلك بعض التضحية بالدقة .

وقد حسبت الاختلافات بين البنود المناسبة في العمودين الأول والأخير على سبيل الاختيار النهائي فوجد أنه لما كانت الاختلافات في ال γ الخاصة بكل زوج هي بدقة درجة واحدة كانت النتائج على وجه التقريب مساوية لمجموعة الاختلافات الأولى التي حصلت من جدول معادلة الشمس حيث يبلغ الاختلاف المجدول درجة واحدة . ولقد وجد مثل هذا الجدول في زيج ابن يونس ، فحسبت به الاختلافات الأولى للازاحات الزاوية والإزاحات الزاوية للاختلافات بين عناصر العمود .

إن طريقة تطبيق هذه الجداول بعد إذ أنجزنا إنشاءها واضحة بينة . فإذا ما أردنا معرفة التقويم الفلكي الشمسي ابتداءً من تأريخ هجري محدد وفي مدد عشرة أيام فإنا نستخدم جدول الأيام الذي سقنا وصفاً له من قبل من أجل الحصول على d وهو عدد الأيام التي انقضت منذ وقت الهجرة حتى التأريخ المطلوب ، ثم نعود إلى جدول الحركة المتوسطة للشمس ونحدد d_1 من الجدول المبسوط والزوج المقابل γ_1 و m_1 وهما خط الطول المتوسط للشمس والحاصة في بداية دورة السنوات الخمس والثلاثين الجوليانية التي يقع فيها التأريخ المعطى نضع الآن $\Delta_1\, d = d - d_1$ ونحدد من المقطع المجموع للجدول d_n ومن ثم زوجاً ثانياً $\Delta\gamma$ و Δ_m وهما التغير في المتوسط وفي الازاحة الزاوية الحصية منذ بداية دورة السنوات الخمس والثلاثين حتى اليوم الأول من السنة الجوليانية الذي يقع فيه التأريخ المعطى . ثم نحسب زوجاً ثالثاً :

$$m_2 = m_1 + \Delta_m$$
$$\gamma_2 = \gamma_1 + \Delta\, \gamma_1$$

وهو يتألف من خط الطول المتوسط وقيمة الازاحة الزاوية الحصية في اليوم الأول من سنة الجدول . ونلاحظ أن $0{,}.0^{\circ} \leqslant 1{,}0^{\circ}$ يجب أن يصح دائماً بسبب اختيار الوقت لجداول الحركة المتوسطة وخاصية السنوات الخمس والثلاثين ثم نحسب $\Delta_2\, d = \Delta_1\ \ d - d_2$ ، وهو عدد الأيام التي انقضت منذ بداية سنة الجدول حتى التأريخ المحدد . فإذا قسمت $\Delta_2 d$ بعشرة فإنها ستظهر من بين إزاحات زاوية « إفراطات الأيام » لجدول المعادلات . ثم نختار

من جهـــة أخرى إزاحـــة زاوية اليوم الأقرب إلى $\Delta_2 d$. أما من أجل الازاحة الزاوية الأخرى، الخاصة ، فإنا نختار إزاحة زاوية الجدول الأقرب إلى γ_2 ثم نبحث عن البند في الجدول الملائم لهاتين الإزاحتين الزاويتين ونسميه $\Delta\gamma_1$ وإذ ذاك تكون $\Delta_1 = m_2 + \Delta\lambda_1$ خط طول الشمس الحقيقي من أجل اليوم الأول للتقويم الفلكي ، أما $\lambda_2 = m_2 + \Delta\lambda_2$ فتشمل خط الطول الشمسي بعد انقضاء عشرة أيام ، حيث $\Delta\lambda_2$ تمثل البند الواقع تحت $\Delta\lambda_1$ وهكذا ....



موازنة بين طرائق أربع لمعرفة سمت القبلة

ج . ل . برغرن

إن من بين التطبيقات المهمة للرياضيات في العالم الاسلامي خلال القرون الوسطى تحديد (معرفة) الوجهة التي ينبغي للمؤمن اتخاذها في أثناء الصلاة ، أي وجهة مكة ، وهي المشكلة التي يشار إليها بمعرفة سمت القبلة . والبحث الذي قدمه كينج في هذا الشأن يستعرض ما اقترح في القرون الوسطى من حلول لهذه المشكلة وما قدمته من حسابات تقريبية وطرائق صناعية وتطبيقات للمثلثات الكروية . وهذه الطرائق البيانية (الصناعية) التي كانت تطبق طوال القرون الوسطى إنما ترجع إلى العصور السابقة على التقنية المثلثاتية .

وعلى الرغم من أن الحلول الأربعة لهذه المشكلة قد نشرت جميعاً إلا أن اثنين منها فقط يعدان طرائق صناعية (بيانية) . وهذه الحلول الأربعة هي :

١ ــ حل حَبَش الحاسب كما ورد في رسالة للبيروني

٢ ــ طريقة ابن الهيثم

٣ ــ حل البيروني كما جاء في « كتاب تحديد المكان »

٤ ــ حل آخر للبيروني كما ورد في « القانون المسعودي »

وللبحث الحاضر ثلاثة أهداف : أولها تبيان أن تحديد القبلة بهذه الطرائق قد درس

أفضل ما تكون الدراسة، من حيث تعابيره الخاصة به، لا على أنه شكل خفي للمثلثات. وثانيها الكشف عن خطأ وقع فيه حل البيروني الرابع وهو الخطأ الذي لم يستطع المؤلفون السابقون ملاحظته . وأما الهدف الثالث فإنا سنري أن طريقتي البيروني جميعاً إن هما إلا تعديلات لطريقة الحبش . أما تقنية ابن الهيثم فتتميز من هذه وتقترب من منهج البيروني البياني في تحديد خط الزوال .

إن البحث الذي قام به شوي في نهاية ترجمته لابن الهيثم خلص إلى برهان مثلثاتي على صحة الطريقة وانتهى في بحث آخر إلى قوله إن الصيغة التي استخلصها من طريقة ابن الهيثم « هي ببساطة النظرية الظلية المشهورة للمثلثات الكروية مطبقة على المثلث الكروي » . إن صح ما قاله شوي فإنه لا يوضح في شيء طريقة ابن الهيثم ، ورجوعه إلى النظرية الظلية قد ضلل على الأقل واحداً من الباحثين المحدثين . وهذا فيبر يقدم برهاناً مثلثاتياً مشابهاً على طريقة البيروني ويرى أن طريقتي البيروني وطريقة ابن الهيثم تؤدي إلى النظرية الظلية مما يتيح لنا إفتراض أن البيروني لم يفعل من شيء سوى أنه عدل طريقة ابن الهيثم مرتين .

ليس من المدهش أن نرى أن طرقاً متباينة تؤدي إلى صيغ متشابهة من أجل سمت القبلة ، وذلك إذا ما صيغت في لغة المثلثات الكروية.ولكن ما يدهش حقاً أن يستنتج المرء، على هذا الأساس ، أن اثنتين من الطرائق كانتا تعديلاً للثالثة . بيد أن التحليل التالي سيبين أن البيروني قد عدل تقنية حبش لا تقنية ابن الهيثم . فإذا كان كينج قد بحث من قبل في طريقة ابن الهيثم فإنما قصد من ذلك في المقام الأول إلى تبيان أن صيغة ابن يونس في سمت القبلة قد اشتقت من صيغة ابن الهيثم .

وقد رأينا أن نترجم النص العربي (المقتبس من القانون المسعودي للبيروني : الفصل السادس) ، لكبير اعتمادنا عليه في دراستنا ولأن الترجمة الوحيدة المتاحة لا تحاول أن تعالج الفساد في نص البرهان . ومما يتبين من هذا النص أن طريقة البيروني واضحة إذا ما قرأنا وصفه وألحقناه بالشكل (١) . أما برهانه فيبدو من ملاحظاته عن الدوائر المتعامد بعضها على بعض أنه يتحدث عن وضع في الفضاء وعن برهان يصطنع طرائق صناعية (بيانية) . إن الجزء الأول من برهان البيروني واضح ، فهو يبين بألطف سبيل التناسب القائم بين أجزاء رسمه البياني (شكل ١) ومستويات الأفق وخط الزوال ودائرة النهار

في مكة (شكل ٢). فإذا ما رسم HK كما يجب في الشكل (١) ، أي عندما توضع في محلها في الشكل (٢) ، فإن H تمثل سمت مكة .

هذه النتيجة التي توصل إليها صحيحة وطريقة استنتاجه لا تحتاج إلا إلى ملاحظة واحدة توضحها . عندما يطوى خط الاستواء في داخل مستوى خط الزوال على طول EQ (أي جزء مسيره على هذا المستوى) تمتد النقطة على خط الاستواء في خط طول مكة إلى B في الشكل (١) . أما طي دائرة نهار مكة على طول KZ فتعين سمت مكة في نقطة H بحيث يكون $KH \parallel EB$ ، ويبرر ذلك البيروني قائلاً إن $ZK \parallel EQ$ و $\measuredangle ZKH = \measuredangle QEB$. وينجم أن $\widehat{ZH} = \text{٨٧}$ ومن هنا كانت H سمت مكة . وهو يقول إن غرضه أن يوجد O ، أي إسقاط H على الأفق . ذلك أنه لما كانت دائرة ارتفاع H تحتوي على HO فإن خط EO يحدد اتجاه القبلة... (O هي H' لأن O إنما هي نقطة على العمود المقام على AG من خلال Y) . مما نرى معه أن البيروني يريد أن يبرهن على أن H' تقع على $AG \perp YO$. وهكذا يتبين لنا أن مستوى خط نصف النهار يدور على عكس AG في داخل مستوى الأفق . ولما كان LY و OY عمودين على AG امتد LY إلى OY ، لكن $OY \parallel HL$ ، أي أن دوران LY يحدد مستوى يحتوي على H' ، أي أن H' تقع على YO وهي O نفسها . وهنا يتعثر البيروني ؛ لأنه إذا كان O هي مسافة خط زوال H (أي مسافة HL) فإنه لا يحتاج إلا إلى قياس مقطع $HL = YO$ للحصول على O ، صورة H ، وذلك على الجانب الخاص بـ AG . وقال إن $HL = YO$ ومع ذلك ابتعد عن مكة بعد إذ بلغها وقال : إن للقوس $\widehat{ZH}$ في الدائرة $\widehat{ZHD}$ خاصية يعبر عنها بالصيغة : $\text{Sin}\,\widehat{ZH} = HL$ ، وهو الطول المطلوب . فإذا أخذنا في الدائرة $\widehat{ACG}$: $\widehat{ZH} = \widehat{AS}$ Arc ، ثم $\text{Sin}\,\widehat{AS} = HL$ فإن مناقشة يسيرة تري أنه لما كانت الدائرة $\widehat{ACG}$ أطول من دائرة $\widehat{ZHD}$ (إلا إذا كنا لا نبحث عن مكة وإنما عن بلد آخر على خط الاستواء) فإن $\text{Sin}\,\widehat{AS} > HL$ ، ومن هنا كان $YO > HL$. وسيولي بذلك المصلي بحسب البيروني ، وجهة تتجه إلى الشرق بعيداً أو إلى الغرب بعيداً .

ينبغي أن نقول إن البيروني لم يلتجىء إلى المثلثات فلا نحلل صيغته على ضوء ذلك كما توهم فيبر عندما اشتق ابتغاء تحديد سمت القبلة صيغة مثلثاتية . فهي صيغة لا تنطبق على طريقة البيروني وإن تكن صحيحة .

إن طريقة البيروني ليست سوى تعديل لطريقة حبش الحاسب . والفرق بينهما أن

البيروني يحدد سمت مكة على مدار نهارها . بينما يعمد حبش إلى إسقاطه على خط نصف النهار المحلي . ويتبين من الموازنة بين النظر في جدولي الفروق بين البيروني وحبش أن البيروني عدل طريقة حبش في نقطتين : الأولى أنه (البيروني) استخدم قطب الشمال السماوي (N) كنقطة أساس وليس كحد (Z) لخط الاستواء السماوي كما هو الشأن لدى حبش في نقطة انطلاقه . والثانية أن البيروني مثل سمت مكة في وضعه الصحيح على دائرة النهار المستديرة بينما لجأ حبش إلى إسقاطه على خط الزوال المحلي . وفضلاً عن ذلك فإن البيروني يحدد اسقاط مكة على الأفق بتحديده بعدها عن المكان وعن الشاقول الرئيس .

إن طريقة البيروني من الناحية العملية تؤدي إلى نتيجة أدق مما تؤدي إليه طريقة حبش ، ذلك أن قطع حبش للدائرة بخط مستقيم قد يكون صعباً مما يصعب معه التحديد الدقيق للزمن الذي تكون فيه الزاوية بين الدائرة والخط صغيرة .

ثم إن طريقة البيروني البيانية الأخرى التي وردت في « تحديد المكان » إن هي إلا تعديل لطريقة حبش . وأهم اختلاف فيها عن طريقة حبش هو أن النقطة T اختيرت بحيث إن $\widehat{TZ} = \Delta\lambda$ تختار إلى جنوبي Z لا إلى شماليها . أما نصف دائرة النهار HM لديه فتقاس ، كما هو الشأن لدى حبش ، كمثل ES' (على جنوبي ET) وتوضع O على HD برسم شاقول من S' على HD بحيث يمثل O قدمه ، وذلك كله كما جاء في طريقة حبش . وكلتا الطريقتين تحصل على O نفسها (شكل ١) حيث $\measuredangle SEK = \measuredangle S'EK (= A\lambda)$ و $EK // HD$ و $S'E = SE$. ومن السهل أن نلاحظ أنه إذا كان $S'O \perp HD$ وقعت S على S'O . ثم يحدد موضع Y كما في الطريقتين الأخريين . ثم يلاحظ البيروني أن S'N هو بعد سمت مكة عن مستوى خط نصف النهار . وينهي طريقته كما ينبغي له أن ينهيها بقياس S'N من Y على طول OY ويحصل على اسقاط سمت مكة على الأفق المحلي في صورة إحداثيات متعامدة (قائمة) .

إذا ما عرضنا لطريقة ابن الهيثم وجدنا شبهاً بينها وبين طرق حبش والبيروني الثلاث . ونلاحظ أن المثلث الذي ينقله ابن الهيثم إلى مستوى عمله ملائم للمثلث الذي حصله البيروني في تحديده لخط نصف النهار المحلي من طريق ملاحظته للظل . والواقع أن المقطع FS=MQ هو إزاحة زاوية السمت (حصة السمت) وهو مصطلح قياس في الأدب الفلكي الاسلامي .

أما أن البيروني وابن الهيثم قد اصطنعا المثلث نفسه لحل مشكلتين مختلفتين في الظاهر فذلك أمر غير مدهش . فالحقيقة أن تقنية القبلة كما جاء وصفها في الأدب مراراً وتكراراً إنما كان لا بد لها أن تنتظر حتى يوافق خط عرض الشمس خط عرض مكة (بحيث تكون الشمس على دائرة نهار مكة) ثم تنتظر حتى يحين الظهر في مكة (وهذا يقتضي معرفة Δλ) . فيدل ظل الميل في تلك اللحظة على ١٨٠° بعيداً عن وجهة مكة. وهكذا نرى أن مشكلة تحديد مكة هي المشكلة التالية : إذا ما أعطينا انحراف الشمس وخط العرض المحلي ترتب علينا إيجاد الاتجاهات الأصلية من اتجاه وطول ظل ميل . وواضح من وصف طريقة ابن الهيثم قدر اختلافها عن الطرق الثلاث السابقة . وأهم اختلاف يمكن إيراده في هذه السبيل هو أن الطرق الثلاث السابقة جميعاً إنما تحدد وجهة القبلة بانشاء إسقاط سمت مكة على الأفق المحلي ثم تمد هذه النقطة إلى المكان (البلد) (المعين) ابتغاء إحداث الزاوية التي تصف وجهة القبلة . أما طريقة ابن الهيثم فتنشىء الزاوية مباشرة دون إسقاط سمت مكة على الأفق المحلي بل هي تسقطه على خط نصف النهار المحلي وحسب .

وإيجازاً لكل ما تقدم نقول : كان هدفنا من البحث جميعاً لفت الانتباه إلى حقيقة فحواها أن الطرق الصناعية (البيانية) في معرفة وجهة القبلة اعتمدت طريقة غير مثلثاتية لحل هذه المشكلة المهمة . وقد بينا ما يؤكد اعتماد البيروني على طريقة حبش الحاسب كما بينا أن المثلث الأساسي لتحديد البيروني لخط منتصف النهار المحلي بوساطة ظل إنما يلائم المثلث الذي كان له أكبر الدور في تحديد ابن الهيثم لسمت القبلة .



تأملات في إعادة إنشاء خريطة بحرية
استناداً إلى معطيات النصوص العربية في الملاحة

راينهارت ڤيبر

التقى فاسكودي غاما عندما وصل مالندي عام ١٤٩٨ مرشداً ليصحبه في سفره إلى الهند ، وقد عرض هذا ، وكان يسمى ماليموكاناكوا ، على دي غاما خريطة للساحل الهندي مجهزة بكثير من خطوط الطول والمتوازيات وإن تكن خلوة من اتجاهات الريح .

وكانت مربعات هذه الخطوط والمتوازيات صغيرة جداً مما أفضى إلى صغر اتجاه الساحل من خلال اتجاهي الريح الشمالي – الجنوبي والغربي – الشرقي . إلا أن ذلك لم يؤثر في وضوح الخريطة في شيء .

ويبدو أن هذه الخريطة قد فقدت . ولسنا نعرف حتى الآن خرائط أخرى للمحيط الهندي ترجع إلى عام ١٥٠٠ أو ما قبل ذلك. ومن هنا يجيء السؤال عن امكان إعادة إنشاء خريطة بحرية من هذا القبيل إستناداً إلى المعطيات الكثيرة الواردة في نصوص الملاحة العربية، وبذلك نستطيع الحصول على صورة موثقة عن تصورات الملاحة العربية وما عرفته عن المحيط الهندي وبحاره الجانبية في ذلك الزمن .

وقد حاول تيبتس في مصنفه « الملاحة العربية » إعادة صياغة مثل هذه الخرائط، فنشر سبعاً منها تستند من جهة إلى معطيات الملاحة العربية وتعتمد من جهة أخرى على الرسم الحديث ، هذا مع ذكره لخطوط السير التي اصطفاها من النصوص التي اطلع عليها .

إن العناصر الضرورية اللازمة لإعادة إنشاء خريطة ما هي خطوط السير وارتفاعات النجوم والمسافات . فأما خطوط السير (أو الاتجاهات) فتتجه في قرص البوصلة العربية بحسب المواقع المعزوة إلى صعود النجوم المنفردة وأزواجها ومجموعاتها وأفولها . ويمكن أن نحول هذه المعطيات مباشرة ودون صعوبة إلى الرسوم والمقاييس الحديثة . وأما ارتفاعات النجوم والمسافات فيجب حسابها بحسب قيم عددية سهل توفرها . وكانت تحسب بالاصبع لا بالدرجات . وتشكل زاوية الاصبع في السماء قوساً بطول محدد فإذا سقطت القوس في خط الطول على سطح الأرض حصلنا على ترفا وهي المسافة التي تقطعها سفينة في أربع وعشرين ساعة إلا أن المسافات عادة لا تعطى بالترفا وإنما بالزام . والترفا يعادل ثمانية أزوام .

إن لواحدات قياس ارتفاعات النجوم والمسافات البحرية علاقة حسابية وثيقة بعضها ببعض . وقد تبين لنا من نصوص الملاحة لابن ماجد ومن مؤلفات سليمان المهري الأولى أن ٢٢٤ اصبعاً تعادل ٣٦٠ درجة . وبذلك نرى أن الاختلاف في الارتفاع بين القطب ونجم القطب في أوجه التحتّي (الأدنى) (أي البعد أو المسافة بينهما) يبلغ اصبعين. إلا أن سليمان المهري يقول ان الأختلاف (البعد) بين خطين في قرص البوصلة يبلغ ٦، $\frac{٩}{١٦}$

من الأصابع وبذلك تشتمل الدائرة التامة على ٢١٠ أصابع . وكان يبلغ هذا الاختلاف بين هذين الخطين، أي البعد بينهما، عند القدامى ٧ أصابع مما تشتمل معه الدائرة على ٢٢٤ اصبعاً. لكن الرقم الأول أصح . وبرهان ذلك أن أكبر اختلاف في الارتفاعات لنجم القطب (بين خطي طول) يبلغ ٤ أصابع . ويعرف الفلكيون أن الاختلاف بين الأوجين الأعلى والأدنى لنجم القطب يبلغ $\frac{٦}{٧}$ ٥٦° ممـــا تعادل معه كل أصبع $\frac{٥}{٧}$ ١° وكل درجـــة $\frac{٢}{٣}$ ٤ زام . (وكان يبلغ البعد بين القطب ونجم القطب لدى القدماء ٣ أصابع) .

وابتغاء القياس بالاصبع يجب النظر في ثلاثة مواقع للنجوم :

١ – الجاه (أو نجم القطب) في أوجه التحتي للعروض الشمالية .

٢ – ونستبدل بنجم القطب الفرقدين ، وهما يقعان على مستوى الارتفاع نفسه في السماء الشمالية – الشرقية عندما يكون الجاه في المكان المذكور أعلاه ، وإن كان يزعم أنه يوجد في الوقت نفسه فوق مستوى الأفق باصبع واحدة (أي من أجل عروض تقع حول خط الاستواء وجنوبيه) . أي أن اصبع الجاه تساوي ٨ أصابع الفرقدين .

٣ – عندما يأفل الفرقدان يقع النعش (نجوم الدب الأكبر) في مستوى الارتفاع نفسه من السماء الشمالية – الشرقية تقريباً ؛ وذلك من أجل عروض بعيدة جداً تقع جنوبي خـــط الاستواء . واصبع الفرقدين تعادل ١٣ اصبعاً من النعش ...

وللكشف عن المواقيت بالاستناد إلى أبعاد القطب لنجم القطب نبحث أولاً عن السنوات التي نعرف منها قيم بعد القطب عن نجم الدب الأصغر أو نجم القطب ، أي يجب البحث عن السنوات التي قطع فيها نجم القطب (الجاه) مسافة معينة . وقد أدى ذلك كله إلى الوصول إلى قيم تقريبية ، ذلك أن اختلاف انحراف دائرة البروج ($\Delta\varepsilon$) لم يُراعَ قط ، أما مبادرة الاعتدالين أو تقدمهما (P) فلم يُراعَ إلا على نحو غير مباشر . ويجب تحويل الاحداثيات الإعتدالية لنجم القطب ، من أجل اعتدال عام ١٩٠٠ وبحسب صيغ معينة ، إلى إحداثيات برجية قائمة على دائرة البروج . وقد تحول هذه إلى تلك بحسب معادلة أخرى إذا ما أخذ بالحسبان مبادرة الاعتدالين أو تقدمهما . وهذا ما يفضي بنا إلى تحديد بعض المعطيات عن حياة الملاحين العرب في سنوات معينة تسبق سني ابن ماجد وسليمان المهري .

إن تقدير قيمة مسافة نجم القطب بثلاث أصابع لا يسأل عنه سوى القدامى ، إذ ينقصنا مصدر آخر أدق . وقد أدت بنا هذه المعطيات غير الدقيقة وما نجم عنها من حساب للسنوات إلى القول إنما يتم الأمر كله عن حدس عام تبلور على التدريج بعد عام ١٢٠٠ من بعد أن نقل شفاهاً أو سجل في رسائل ملاحية فقدت . ومما نجم عرضاً عن الحسابات السابقة أن المسافات البرجية (لدائرة البروج) لنجم القطب عام ١٢٤٤ تبلغ ٧٨° .

لم يذكر لنا ملاح شيئاً من قبل عن قيمة الأصابع الثلاث ، فإذا كان ذلك كذلك وذكره ابن ماجد أو المهري عد قولهما مرجعاً نثبت على أساسه أن عام ١٢٤٤ يتفق مع الصيغة التي تؤكد أن مسافة نجم القطب تبلغ ٣ أصابع كما جاء لدى القدماء . إن السنة المذكورة تصادف نقصاً زمانياً في تواريخ حياة الملاحين المذكورين في النصوص .

فإذا نظرنا في عام ١٤٩٥ رأينا أن من بين كتب سليمان المهري عندما تقدمت به السن ، أي بعد ١٥١١ ، « كتاب تحفة الفحول في تمهيد الفصول » ، وقد حاول أن يصحح فيه بعض نظراته التي دافع عنها من قبل ومنها أن ٢٢٤ أصبعاً تعادل ٣٦٠ درجة ، فاعتمد ابتغاء هذا التصحيح على أحدث المعطيات التي توفرت له ، واقترب بذلك أشد ما يكون الاقتراب من النظرات الحديثة لدعم رأيه . والنقطة الزمانية (الميقات) التي تشغلنا يجب أن تتفق كل الاتفاق مع الزمن الذي تبلغ فيه قيمة مسافة نجم القطب اصبعين عندما تعادل ٣٦٠ درجة ٢١٠ أصابع . وقد عد ابن ماجد في عام ١٥٣٤ القيمة السابقة « خطأً مضللاً » ، ذلك أنه كان يرى في مؤلفاته الأولى أن هذه القيمة تبلغ اصبعين عندما تعادل ٣٦٠ درجة ٢٢٤ اصبعاً . ويتبين لنا باجراء بعض الحسابات أن عام ١٥٣٤ لا يتفق مع حياة ابن ماجد على وجه التأكيد ولا يتفق مع زمن سليمان المهري إلا على وجه الاحتمال . وهذا ما يبعث على القول إن عامي ١٢٤٤ و ١٤٩٥ قد يعدان مقبولين أما عام ١٥٣٤ ، من حيث صلته بحياة ابن ماجد على الأقل ، فليس بصحيح ولا بمقبول .

وابتغاء الكشف عـــن ارتفاعات النجوم الفعلية وزوايا الساعات وموازنتها بما ورد في النصوص من معطيات يمكننا أن نعتمد على فروق الارتفاع المعطاة بالاصبع والتي تطبق من أجل قياس مواقع النجوم بحيث نبحث عن الاحداثيات الاعتدالية للنجوم ، من أجل اعتدال الليل والنهار عام ٢٠٠٠ ، ثم نبحث عن مستويات الارتفاع ونحول الاحداثيات

الأفقية إلى اعتدالية بحسب صيغة معينة تتبسط في الحالة الخاصة التي يكون فيها العرض صفراً ، أي حيث يكون مكان الرصد خط الاعتدال (خط الاستواء السماوي) .

وهناك حالتان تحتاجان إلى دراسة : فأما الحالة الأولى فهي التي يبلغ فيها فرق الارتفاع بين نجم القطب ومستويات ارتفاع الفرقدين ١٢,٣٤° ، وهي قيمة ثابتة . وهو يبلغ بحسب نصوص الملاحة ٧ أصابع . والحالة الثانية تقول : أما أن ثلاثة من نجوم الدب الأكبر يجب أن تكون متساوية الارتفاع في أي نقطة زمانية ، كما يزعم تيبتس ، فذلك غير ممكن في أي لحظة زمانية تحددها أماكن النجوم في السماء . ومناقشة هاتين الحالتين تجري على النحو التالي :

الحالة الأولى : يتبين من كتاب ابن ماجد « الفوائد في أصول علم البحر والقواعد » (ترجمة تيبتس) أنه ينبغي لنجم صرفا (بيتا الأسد) أن يكون في الأوج الأعلى عندما تكون زاوية نجم القطب صفراً (الأوج الأدنى) . وعندما تكون قيمة الزاوية صفراً يجب أن يتساوى ارتفاع الفرقدين . وكلتا القيمتين تقريبية لم تستعمل إلا للسهولة والتبسيط ، ذلك أن قيمة الزاوية صفر لا ترد ، بحسب «الفوائد» ، إلا لدى الأوج العلوي لعوا وللسماق ، ولأن مساواة ارتفاع الفرقدين لا يحسب لها حساب إلا عندما تكون نجوم السنبلة قائمة في خط نصف النهار (الزوال) وإذ ذاك يدخل نجم القطب الحضيض أو أوجه التحتي . وقد كان ابن ماجد يعرف الحقيقة التي تقول إن نجم القطب لدى ارتفاع معين للفرقدين لم يبلغ بعد خط نصف النهار ، إلا أن ذلك لم يعره كبير التفات لأسباب عملية ، ذلك بأن الاختلاف بين الارتفاع الحقيقي والارتفاع المسلّم به لنجم القطب في المواقيت التي نبحث عنها كان صغيراً جداً إذ يبلغ عام ١٤٩٥ : ٢,٣٠٩٠٤° . ويحدثنا كتاب الفوائد عن رحلة بحرية اشترك فيها المؤلف عام ٨٨٠ هـ (١٤٨٥) . أما التاريخ الذي تبلغ فيه قيمة زاوية نجم القطب صفراً لدى ارتفاع الفرقدين بمستوى معين فهو عام ١٤٣٦ . والواقع أن قيمة زاوية نجم القطب عام ١٤٩٥ كانت ١,٠٠٠° مما يدل على أن هذا النجم لم يبلغ بعد خط منتصف النهار . وإن ما كانت عليه قيم اختلاف الارتفاع بين نجم القطب والفرقدين من غلط ظاهر لأمر يثير السؤال عن سببه ، وهذا ما ينطبق بخاصة على القيمة التي يعتمدها ابن ماجد فيعد ٣٦٠ درجة ٢٢٤ اصبعاً .

الحالة الثانية : قد تبين لنا من قبل أنا لا نستطيع أن نستخدم من نجوم الدب الأكبر لقياس الارتفاع سوى نجمين اثنين . أما أن يزعم تيبتس أن على النجوم الثلاثة أن تكون

بالمستوى نفسه من الارتفاع في أي زمن بسبب مواقعها في السماء فذلك غير ممكن . مما نرى معه أن مجموعتين من هذه فقط تبلغان الارتفاع نفسه بعد قليل وقت من دخولهما مستوى ارتفاع نجمي الدب الأصغر (الفرقدين) . إلا أن النصوص نفسها تخرجنا من هذا الاشكال إذ تذكر بصراحة أن عنّاق والجون وحدهما (وهما النجمان الخامس والسادس في مجموعة الدب الأكبر) يستخدمان لقياس الارتفاع ولا يضاف إليهما النجم الثالث كما يزعم تيبتس . وجدير بنا أن نؤكد أن فروق ارتفاع الفرقدين من جهة والجون والعناق من جهة أخرى ، وبخاصة عندما تعادل ٣٦٠ درجة ٢٢٤ اصبعاً ، هي بأشد غلطاً مما كانت عليه الحال بالنسبة إلى اختلاف الارتفاع بين نجوم الدب الأصغر نفسها . وتجدر الإشارة إلى أن العناق والمغرز ليفضلان في تحديد العرض العناق والجون من حيث القياس والاستبدال بالفرقدين ، ذلك أن بعد ارتفاع العناق والجون عن الفرقدين يبلغ ٢٠,٣٦ م في حين يبلغ بعد العناق والمغرز عنهما ٥,٥٠ م . وينجم عما سبق من تحديد للسنوات وللقيم الفعلية لاختلاف الارتفاع إمكان إقصاء القيمة القائلة إن بعد القطب عن نجم القطب يعادل اصبعين عندما تعادل ٣٦٠ درجة ٢٢٤ اصبعاً في حين تكون القيمتان الأخريان صحيحتين .

فإذا ما نظرنا في اختلافات الارتفاعات كان تقديرنا ٣٦٠ درجة بـ ٢١٠ أصابع بأقل خطأ من قولنا إن ٣٦٠ درجة تعادل ٢٢٤ اصبعاً . وقد يعود سبب هذا الاختلاف إلى تقدير مبالغ فيه للقيم من أجل الانكسار ، مما يبدو معه كأن النجم يقف فوق مستوى الأفق بأعلى مما هو عليه في واقع الحال .

إذا ما ابتغينا إقامة موازنة بين عروض المكان المعطاة والفعلية ، إبتغاء توضيح عام للمسألة كلها ، وجب الاكتفاء بمعطيات عرض النصوص الملاحية الخاصة بالجزيرة العربية ، وذلك من أجل القيم التالية : عندما تعادل ٣٦٠ درجة ٢٢٤ اصبعاً يكون البعد ٣ أصابع . وعندما تعادل ٣٦٠ درجة ٢١٠ أصابع يكون البعد اصبعين . وقد يكون البعد اصبعين أيضاً عندما تبلغ ٣٦٠ درجة ٢٢٤ اصبعاً . ويتولد من ذلك جدول يشتمل على ثلاثة وخمسين موضعاً . وهذه المواضع بمجموعها تتوزع على القيم السابقة بحيث يكون للقيمة الأولى البالغة ٣ أصابع أربعون موضعاً وللثانية التي تبلغ اصبعين (حيث تعادل ٣٦٠ درجة ٢١٠ أصابع) أحد عشر موضعاً ، وللثالثة التي تبلغ اصبعين (حيث تعادل ٣٦٠ درجة ٢٢٤ اصبعاً) موضع واحد . وهي أفضل معطيات العروض لكلٍ منها . أما ما يلائم الموضع الاضافي

من الأرقام أفضل الملاءمة فهي ٣ / ٢٢٤ و ٢ / ٢١٠ في الوقت نفسه . وليس من المصادفة في شيء أن تقدم لنا القيمة الأولى أفضل النتائج في أكثر المواضع عدة وأن تقدم لنا القيمة الثالثة أسوأها طراً ، ومن هنا يمكن نبذها فلا نصطنعها . أما القيمة الثانية فليس في وسعنا تطبيقها على معطيات العرض كما وردت في النصوص الملاحية التي لا تزال متوفرة لدينا ، وذلك لأسباب زمانية . أما أن لها من أجل بعض المواضع أرقاماً تفضل القيمة الأولى فما ذلك إلا محض مصادفة ، وليس يتعلق الأمر كله في هذه القيمة إلا بتأمل نظري محض . أما القيمة الأولى فلها أفضل النتائج . وكانت الملاحة العربية في أواخر القرن الخامس عشر وبداية القرن السادس عشر على علم بالحقيقة القائلة إن القيمة التي تبلغ فيها مسافة نجم القطب ٣ أصابع ليست بصحيحة وأن قدر الاصبعين يوافق أفضل الموافقة المسافة القطبية لنجم ما . أما أرقام معطيات العروض نفسها فقديمة متوارثة عن عام ١٢٤٤ وقد ذكرت في نصوص ابن ماجد وسليمان المهري الملاحية . وإن فحصاً دقيقاً عن خمسة عشر موضعاً في سواحل افريقية الشرقية أكد تطابق القيمة الأولى وما قاله ابن ماجد في أن المرء ليجد نفسه في خط الاستواء عندما يبلغ مستوى ارتفاع الفرقدين خمس أصابع .

إن ما توصلنا إليه من نتائج يهدف إلى تحديد مقادير ما استخدم لوصف الخريطة أو رسمها من مقاييس . فعرفنا أن الاصبع تعادل الترفا وهذا يعادل ثمانية أزوام أي ١,٦٠٧° وذلك عندما تبلغ المسافة القطبية لنجم القطب ثلاث أصابع . فإذا عرفنا ذلك وعرفنا قيم خطوط السير والارتفاعات والمسافات البحرية أمكننا البدء بتخطيط الشبكة . ومن الحكمة أن نختار نوعاً من الاسقاط يحافظ على الزاوية بحيث يعطينا اتجاهات البوصلة سليمة غير مشوهة ويصور مع ذلك مستويات المسار كخطوط مستقيمة . والاسقاط الوحيد الذي يفي بالشرطين جميعاً هو خريطة المركاتور أو الخريطة البحرية بعامة . والمدة الزمانية التي تناسب هذا المخطط أكبر المناسبة هي الاصبع أو الترفا بعد أن يحولا إلى الدرجات . إذا بدأنا بالاصبع حسبنا المنحنيات المرتفعة ثم سجلنا الدوائر المتوازية والمستقيمات على الخريطة بعد أن نكون قد توصلنا من طريق الضرب وتقسيم القيم بثابت إلى معيار للرسم (١ $\frac{1}{4}$ اصبع قد تدل على محيط الخريطة) . إن ما قام به تيبتس من إعادة لإنشاء هذه الخريطة استند إلى خطة شبكة خريطة مستوية وقائمة الزاوية (مربعة) ، ولذلك لم تكن الخطوط المرسومة على خرائطه الفردية المركبة بمستويات مسار ، مما لا يمكن معه لهذه المخططات أو الرسوم أن تكون أمينة للزاوية فإذا هي تعطينا بذلك صورة مشوهة عن تصورات الملاحين ونظراتهم .

فالخطة المتبعة تقتضي أن نبدأ بخرائط جزئية عن البحر الأحمر وخليج عـدن وعمـان والبحر العربي ثم نجمعها في خريطة تضمها جميعاً ، ومما يساعدنا على ذلك أن النصوص تعطينا من حين إلى آخر ، وبالزام ، مسافات أرضية يكون فيها العرض φ ثابتاً . إلا أنه ينبغي لنا أن نحسب بالدرجات المسافات المعطاة بالزام (يرى فراند أن الاصبع تعادل ترفا أو ٨ أزوام أو ٣٧َ ,١°) ، أما تيبتس فيرى أن الاصبع تعادل ٣٦َ ,١° . فإذا كان الفرق ليس بذي شأن بالقياس إلى المسافات القصيرة فإن شأنه ليكبر بالنسبة إلى الرحلات العابرة للمحيط . وهذا ما يفضي إلى إعطاء صورة مشوهة عن تصورات الملاحين إذ ذاك ، مما يضطر إلى إجراء تغيير في الحساب بعد الفاصلة كما يقتضي ذلك معيار الخرائط .

ولايجاد موقع ما بعد تغيير المجرى في أعالي البحار نبحث عن العرض φ_2 من طريق إيجاد طول المسافة S بالدرجات لدى نقطة بداية معروفة φ_1 ومسار معروف × أي

$$S = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\cos x}$$

بحيث يكون العرض المطلوب هو : $\varphi_2 = S.\cos x + \varphi_1$ ثم ترسم خطاً مـن نقطـة الابتداء بالاستناد إلى مثلث المسار . وحيث يقطع هذا الخط خط عرض φ_2 يقع الموقع المبحوث عنه . وليس من الضرورة تسجيل خط عرض φ_2 عندما نبحث عن موقع للأرض عرضه الجغرافي φ معروف من قبل . وحيث يكون خط العرض φ ثابتاً يجب على قيمة الزام المحولة إلى درجات أن تقسم بوساطة تحت خط العرض φ ... إذ لا يتغير بالابتعاد المستمر عن خط الاستواء الامتداد نفسه وإنما قدره بالدرجات .

إن ما طرح من قيم لا يناسب الواقع البتة وأسباب ذلك إنما ترجع إلى انحراف الابرة وانحراف البوصلة والانثيال خلال الريح و / أو التيار أو مسار البحر والانكسار وقياس الارتفاع انطلاقاً من الأفق البحري وانحراف الضوء . ولم يعادل الترفا الاصبع إلا من بعد أن مرت عليه عقود بل قرون . ولم يحتسب في كل ذلك إلا بالموقع الذي كان يشغله الملاحظ قبل تغير المجرى (المسار) من أجل دخول الميناء أو قبل اتخاذ المجرى (المسار) بعد الخروج من الميناء . ويضاف إلى ذلك كله عجز الملاحة العربية عن أن تحدد بدقة ، انطلاقاً من مجريين أو أكثر ، المجرى (المسار) المباشر إلى جنب مسافة الرحلة . وفضلاً عن كل أولئك فإن النصوص تتناقض غالباً في معطياتها أو تقرب المسارات فيما بينها على

نحو متعسف . وهذا كله من شأنه أن يدعونا إلى مناقشة معطيات الأرقام بــدقة وتفصيل قبل الرسم ، في حين أغفل ذلك تيبتس في معظم الأحيان . ومبتغانا في ذلك أن نصطفي من المعطيات المتناقضة تلك التي تناقض معطيات المواقع المجاورة أقل التناقض . ومـــا تجب الاشارة إليه أيضاً أن النصوص تشتمل في جزء منها على معطيات لم تكن معروفة بعد عام ١٢٤٤ مما أضحى معه ضرورياً تحديد خط العرض φ ٢ / ٢٢٤ . وقــد تضاف القيم المكتسبة دونما صعوبة من خلال تغيير في صورة الخريطة بقدر اصبع . وأما المعطيات التي ليست بذات صلة بالنجوم الثابتة الأساسية الثلاث المطبقة للقيـــاس والتي لا تمت بصلة إلا إلى النجوم الأخرى فإنها تدعونا إلى أن نحسب هذه النجوم بقيم مجموعات النجوم الأساسية نفسها ، إن لم يكن قد تم ذلك من قبل في النصوص .

ملاحظة نهائية :

إن ما نحصله على وجه اليقين إذ ننجز هذه الخريطة إنما هو صورة للمحيط الهندي كما كانت حاله في الملاحة العربية عام ١٢٤٤ . وابتغاء الحصول على نظرة ابن ماجد والمهري في ذلك الزمن حسبنا أن نضع خط الاستواء بقدر خمس أصابع الفرقدين عوضاً من أربع ونضيف من ثم إلى أصبع العروض الأخرى اصبعاً . لا جرم أن تيبتس ذكر ذلك إلا أنه اتبع في إعادة صياغته للخرائط تقديره للعرض بدرجة الصفر وبخمس أصابع الفرقدين . إن دراسة المواقع وتفسير الخرائط المتعلقة بها قد يساعد كل ذلك على تحديد أفضل لهوية الأماكن في النصوص الجغرافية الكلاسيكية ، وقد يؤدي ذلك في نهاية المطاف إلى تفهم أفضل لفقر غامضة في النصوص الملاحية نفسها .

مراجعات الكتب

« العلم وعوامل اللامساواة »
دروس الماضي ، آمال المستقبل

شارل مورازيه وآخرون

نشر منظمة اليونسكو – باريس – ١٩٧٩

ليس هذا الكتاب سوى محصلة الدراسة اقترح القيام بها في أثناء إعداد المشروع التمهيدي لبرنامج منظمة اليونسكو عام ١٩٧٩ – ١٩٨٠ . وقد أريد لقسمها الأول أن يكون دراسة تاريخية لمدى تأثير نمو العلم الحديث في التقدم ، وما ذلك إلا لعظيم شأن التاريخ والنظرة التاريخية إلى العلم في مبادئه وأسسه وتطوره . فالتحليل التاريخي للعلم يقدم للمسؤولين عن حال العلم والتكنولوجيا سياسةً وإدارةً بصيرة أنفذ ودركاً أبلغ للأمور فإذا هم يحسنون النظر في الشروط التي تحيط بالمعرفة العلمية والتكنولوجية وإذا هم أبعد أثراً في دفع العلم والتكنولوجيا إلى الأمام خطوات واعية ودراكة وإذا هم بعد ذلك كله قادرون على أن يعوا بشكل مبين وعلى نحو مستبين العلائق المتداخلة والوشائج المتلاحمة بين العلم والمجتمع . وقد انطلق البحث التاريخي هذا من نقطة فحواها أن التاريخ لا يعيد نفسه وأننا نعيش في أحوال وقرائن تختلف أبعد الاختلاف عن أحوال الماضي وقرائنه، إلا أن التاريخ من شأنه أن يلقي ضوءاً ساطعاً على الشروط فيكون أمره كالسراج المنير الذي يبين لنا أنسب الشروط قدرة على حفز الابداع ودعم تصالب الأفكار وتعزيز الابتكار وتسهيل ميلاد الروح العلمية وتطورها الدائب في مختلف الحضارات ومتنوع الثقافات . بل قد يفضي التاريخ إذا ما أحسن فهمه واستيعابه إلى بليغ فهم العلاقة الجدلية بين المعرفة العلمية وتطبيقها والطرائق التي تربطهما والوسائل التي تعمل على دفع أحدهما للآخر في سبيل الابداع والخلق .

والدراسة بعد هذا كله إن هي إلا نصيب أسهمت به اليونسكو في مؤتمر الأمم المتحدة الذي كانت تعده آنئذ لبحث الرابطة الوثيقة بين العلم والتكنولوجيا والتقدم . وعلى الرغم

من أن مثل هذه الدراسة تطرح من المسائل المشكلات بأكثر مما تحل لما تنطوي عليه في تحليلها من تعسف في الاختيار وتجزئة في النظر وابتسار في التعميم فإن منتهى أمرها أن تثير الهمم وتحضها على القيام بأبحاث لاحقة تتخذ لها موضوعاً الطريقة التي أسهم بها العلم والتقنية في تقدم المجتمع بعامة وما حدث للعلاقة المداخلة المتلاحمة بين العلم والتقنية والتقدم من تغير وما طرأ عليها من تبدل بخاصة . وتتأثر هذه العلاقات المترابطة بعوامل عدة وتتبع مؤثرات كثيرة ، بيد أن ما يقوم بينها من ترابط وتلاحم لحقيق أن يجمع هذه المؤثرات وتلك العوامل في كل موحد ومعقد يشتمل بين جنباته على ما للتربية من نموذج ومحتوى ووجهة وعلى ما للبحث من تنظيم ومنظمات وما للمعرفة التقنية من وسائل تكتسب بها وطرائق تحصل بها، كما تشتمل على دقة التجريب ومهارة التطبيق وعلى حسن اختيار الطرق التي تهدف إلى تشجيع الابداع ورفع مستوى التقدم الذاتي للشعب في ثقافته وعلمه .

ذلكم هو الإطار العام للدراسة وما تنطوي عليه من أفكار وأهداف وما تقتضيه من وسائل تبغي بها إنفاذ تلك الأهداف وتحقيق تلك الأفكار على خير وجه وأكمل صورة ... إلا أن القصور في ذلك واضح بين وما ذلك عن طبيعة مثل هذه الدراسة بغريب .

والكتاب ثمرة عمل جماعي استغرق طويل وقت من حيث الاعداد والانجاز والتحرير ، وقد اضطلع بقسمه الأول ، وما فيه من دراسة تاريخية متعددة الجوانب متشعبة الموضوعات متسعة الأبعاد بعيدة المرمى ، لما تهدف إليه من تركيب كلي جامع ولما تتخذ لذلك من وسيلة التحليل الجزئي للامثلة والوقائع ابتغاء الوصول إلى العام من المبادىء والشامل من النظرات ، المؤرخ الفرنسي شارل مورازيه . وقد كلف بقسمه الثاني ، وما يشتمل عليه من دراسات جزئية ونظرات إلى واقع العالم في حاضر حاله من حيث علاقته بالتقنية والتقدم في شتى أنحاء العالم ومتنوع ثقافاته ومتباين حضاراته ، وابتغاء البحث في ماضيها عن عوامل تقدمها وفي حاضرها عن أسباب تخلفها وما تقدم عليه من شيء في سبيل عودها إلى بدئها تقدماً وإبداعاً ، فريق من المؤلفين المختصين بالثقافة والعلوم وقد اجتمعوا فائتلفوا نظراً ومنهجاً وهدفاً، فاتخذ كل منهم جزءاً من الثقافة خاصاً يقتله درساً ويشبعه بحثاً وتحقيقاً وتمحيصاً ويستخلص من ذلك كله الدروس والعبر والفائدة للبشر .

وقد عمدت الجماعة في أولى مراحل العمل إلى التحليل الدقيق والفحص العميق عن التفكير العلمي التجريبي الاجرائي الحديث ولما بينه وبين المصادر التي صدر عنها ، بفضل

مآثر العرب وما أسهموا به من كبير نصيب في العلم والتقنية والتفكير والتطبيق ، من اختلافات وفوارق . والدراسة ، بعد كل ما تعرضت له في قسمها الأول من تعديل وتنقيح ، لا تعد مدخلاً إلى العلم الحديث ، فهي لا تعدو أن تكون خلاصة تعرض لنا الشروط التاريخية والاجتماعية التي أقامت بنيان التطور العلمي في سداه ، ولكنها لم تنسَ قط تحليل الشروط الفكرية والعقلية التي أبدعت لحمة هذا التطور . والتحليل هذا على عميق نظره ووسيع مداه ورحب أفقه لم يبلغ الغاية المنشودة عمقاً وشمولاً ، فما أتى به من أمثلة جزئية مبتورة وما افتقر إليه من نظرة كلية شاملة وما اتبعه من أسلوب التحليل الذي يضيع في الجزئيات ويبتعد عن الإحاطة بالمشكلة المطروحة على بساط البحث وما اتخذه في غالب أمره من شواهد رياضية لم يتعدها إلى سائر العلوم إلا فيما ندر من حال .. كل ذلك كان من شأنه أن رأينا من الأسئلة عدداً كبيراً من حيث لم نجد عن واحد منها جواباً شافياً كافياً . إلا أن الدراسة ، إذا ما تغاضينا عما اعتورها من نقص وقصور والتفتنا إلى ما اتصفت به فيما عرضت له من شؤون وأمور ، جاءت منصفة غاية الانصاف ، فهي لم تبخس أحداً حقه من الفضل والشكور والجزاء الجميل ، فقد أعطت لأصول الثقافة أو الحضارة الغربية ومصادرها حقها الذي لها ، وإن جاء ذلك محدوداً في أفقه ضيقاً في مداه قريباً في مرماه .. ثم هي لم تغفل البحث في الأسباب التي دعت إلى نهضة الغرب فرجعتها إلى الشرق بعامة وإلى الحضارة العربية بخاصة مبينة الدعائم التي ارتكزت عليها والأسس التي استندت إليها ... وقد أبدت لهذه الأسس وتلك الدعائم تفهماً أي تفهم فأحسنت فهم أعماق الفكر العربي-الاسلامي في جوهره وأسسه وفي غاياته وأهدافه .. ثم تعرضت لأسباب تخلفه الاجتماعية والسياسية والتاريخية والاقتصادية فأجادت التحليل عمقاً لكنها أجملت في النظر شمولاً فلم تبلغ في ذلك الشأو المأمول لتصل إلى خفايا هذا التخلف ومكامنه البعيدة وما يقتضيه التقدم من شيء يتخذ فينجع . غير أن ذلك يحتاج إلى دراسة برأسها يضطلع بها من يتخذ له المعرفة بضروبها جميعاً وبأبعادها التاريخية والحاضرة والمقبلة أساساً ومستنداً فيصدر عن ذلك صدور من يحيط بالمجتمع والتقنية معرفة وعلماً .

يعالج القسم الأول من هذه الدراسة ما اعترض التقدم العلمي من مشكلات تاريخية فيلقي عليها ضوءاً فكرياً يكشف به عن كوامنها ودفائنها . وهو لا يلخص في ذلك تاريخ العلوم الحديثة وإنما يسوق بعضاً من ملامحها الأساسية ويحاول تلخيص قرنين من التقدم العلمي من حيث أسسه ومبادؤه وعوامله وعناصره وانتشاره ومدى تقبل العالم له وتمثله

في جوهره ونتائجه . وتتوزع أفكار هذا القسم ثلاثة أجزاء . ويعد جزؤه الأول العلوم الحديثة ميراثاً عاماً وإرثاً مشتركاً بحيث يستقل بعض الشيء عن الثقافات المختلفة . وقد عمد هذا الجزء إلى تحليل العوامل الفكرية الداخلية للتقدم العلمي بل للتفكير العلمي في تقدمه وأسس هذا التقدم فتعرض بذلك للعلم في مبادئه الفكرية وفي تطوره المحض وفيما تحركه من روح علمية وما يمثله من مفهومات علمية وما يبتغيه من حقيقة علمية وما جرى في ضروبه المختلفة من إصلاح وتطور وما يتبعه في ذلك كله من مناهج علمية وما اعتمده من تجربة وما استند إليه من آساس عقلية وما اتخذه في التعبير عن تلكم الحقيقة وهذه المفهومات من لغة علمية ورموز ذات دلالة .. وهو يعالج في كل ذلك تنظيم العلوم والأسباب التي عدت من أجلها العلوم الدقيقة والتجريبية أدق من غيرها من فروع المعرفة رما يرجع في ذلك إلى التعارض بين نظرتين إلى العالم : نظرة ينصب فيها اهتمام الإنسان الأساسي على تلاؤمه مع البيئات الطبيعية التي يصعب تغيرها ، ونظرة يتجه فيها عمل الانسان إلى تغيير شروط وجوده من طريق العلم . ويرى بعد ذلك أن هذه الثورة الفكرية وجدت تعبيراً لها في ضرب جديد من المنطق قادر على تمثل الظاهرات السماوية والأرضية فضلاً عن إضافته أنماطاً جديدة من الأرقام إلى ما كان يستعمل من قبل . وهو يبين لنا أن العلوم التجربية قد اتخذت لها بفضل التحول في النشاط اليدوي الصناعي نظاماً جديداً وأسلوباً جديداً من حيث التعبير والتطبيق ، ثم يدرس أهمية البحث النظري كما أوحت به الصياغة العقلية في الفيزياء والرياضيات وما كان من ذلك كله من مجهود مشترك ضمهما جميعاً وزاد الاواصر بينهما وثاقاً والتحاماً ووطداً .

ويحاول الجزء الثاني الإجابة عما لم تجب عنه الدراسة العقلية الداخلية من أسئلة ظلت معلقة لا تجد لها حلاً ، وهي لن تجد من حل في غير البيئة الاجتماعية والثقافية التي تحيط بالعلم وتطوره . فهو يبين بذلك ارتباط المفهومات العلمية بالمفهومات القانونيةوالاجتماعية والاقتصادية التي أصابها من التغير الشيء الكبير عندما اتخذت أوربا الليبرالية والبورجوازية والرأسمالية طريقاً ومذهباً . ثم يدرس من بعدها الأصول الاجتماعية للعلم الغربي وأثر حاجات المجتمع الغربي وتقدمه في الاتفاق الذي تم بين تطور علوم المادة وتطور الرياضيات بحيث يبدو من ذلك كله أن تفوق أوربا وسبقها في هذا المجال لم يجيء من تميز عرقي وإنما يرجع إلى تغيرات في الاقتصاد الاجتماعي وإلى ما حصلته أوربا من ثروة إذ استعمرت الأمم الأخرى ، فضلاً عما طرأ على الطاقة الانتاجية من ارتفاع ضخم مفاجيء فكان من

أمره أن تغيرت نظرة الناس إلى الحياة وبوىء الفعل مكانة الصدارة وارتبط مصير العلم بمصير الرأسمالية ، فإذا هو يتخطى العقبات التي شلت تقدمه من قبل وإذا بالتجربة تسود المجتمع والعلم جميعاً وإذا بالتفكير التجريبي يتغلب على الأفكار القَبْلية وإذا بالناس يتحدثون عن العالمية باسم العقل والعلم والقانون .. إلا أن ذلك كله إن أدى إلى شيء فإلى سيادة النزعة الصناعية النفعية والتجريبية التقنية بحيث غدت الرياضيات بعيدة عن الناس في مضطرب أحوالهم وقويت شوكة الدولة وتركزت سلطة المال فسيطرت على العلم والتقنية واحتكرتهما فتباين التبادل التجاري والقدرة الاقتصادية بين الدول وعمل ذلك على تأخر بلدان وأقوام واختلال في التوازن بين الانتاج والاستهلاك فكانت اللامساواة وكان النزاع وكانت الحروب وابتعد العلم عن أداء وظيفته الاجتماعية وإنجاز رسالته الانسانية وفضل الهيمنة على الجوانب المادية للطبيعة على التقريب بين الناس ولم شملهم . غير أن مسؤولية العلم الخلقية في هذا كله يحوطها الغموض ويكتنفها إبهام أسرار التاريخ في حاجاته ومصادفاته مما يبعث على مناقشة مدى اعتماد التقدم المادي المنجز على تقدم العلوم وتبيان الفروق في تطبيقات العلم في مختلف الأنظمة الاقتصادية من أجل أغراض السلم والحرب على السواء . لا شك أن للتطور مستويات مختلفة وأن للمنافسة بين القوى العظمى في العالم أثرها الكبير في تطور التقنية العسكرية . بيد أن التجربة العلمية الغربية قد أبرزت مشكلة عجز العالمية العلمية عن توحيد نشاط الناس ودفعه إلى الاعتماد على الذات فيما يقوم به من أمر ، فكل مشروع علمي إنما يتصدى لما لا يستطيع العلم وحده أن يحل من مشكلات ... والعلم في ذلك كله إنما يمثل الأمل والرجاء والخوف والدمار .

أما الجزء الثالث فيبحث في انتشار العلم الحديث وامتداده إلى أقطار تتعدى الغرب، فيتعرض لما تدين به أوربا الحديثة من كبير دين للثقافات الأخرى التي سبقتها ويبين أن ما حدث من اختلاط وتبادل في الثقافة عبر القرون كان الأساس المكين والركن الركين للعلم الحديث ، وهو يعرض للعوائق التي اعترضت طريق التقدم العلمي غير الغربي وما حدث نتيجة لهذه العوائق من أثر في العلم وما طرأ عليه من طوارىء إذ تلقاه غير الغربيين من الناس بعد إذ تخلوا عن العلم في أسبابه ومبادئه وطرائقه وسبله وبعد إذ اكتنفهم ليل من الجهل دامس حالك مما أفضى إلى أن نُسوا وأُهملوا فأغفلهم الناس وأعرضوا عنهم إلى حين ... حتى إذا عادوا يتلمسون طريق العلم والعرفان أضحوا موضع إحترام وحسن نظر يعم الشرق كله بعد أن اتخذ له الحضارة العربية منطلقاً واساساً لما أيقظته في النفوس من اهتمام بها

تبجيل لمآثرها ، فكان مؤدى ذلك أن اتخذت هذه الحضارات مستنداً ينطلق منه المفكرون في نقد المجتمعات الأوربية لتخليها عن العقل في نظمها الاقتصادية والفكرية والدينية الضيقة . فإذا كانت الحضارات القديمة بعامة والهندية والعربية بخاصة قد انهزمت أمام التقدم السريع للعلم والتقنية فإن تأخرها إنما يرجع إلى عجزها بل رفضها أن تشتري التقدم العلمي بثمن باهظ هو الطلاق بين العلم وسائر الخبرة الانسانية ، مما يلزم الغربيين أن يعيدوا تقويم هذه الحضارات في ثقافتها واتجاهاتها العقلية والفكرية وفي نتائجها العملية ومبادئها الروحية، فما ترجع حضارتهم إلى اليونان إلا في بعض منها وما ورثوا حضارة اليونان إلا من طريق هذه الحضارات الشرقية بعامة والعربية بخاصة . وأما دعواهم أن الحضارة الغربية تنتمي إلى اليونان وحسب فدعوى باطلة لا تؤيدها الوقائع في شيء بل هي تسيء فهم أصول العلم وشروطه وتشوه طبيعته وتحد من تطوره وتنحرف به عن مبادئه وجوهره. فالنهضة الأوربية التي كانت تحتقر الشرق وتزدري شأنه ما كان لها أن تبلغ ما بلغت من شأو لولا أن سبقتها سبعة قرون من النهضة الحضارية العربية في بغداد وما أبدعته من عظائم الأمور في الفيزياء والفلك وغيرهما ...

ومما زاد العلم سوءاً في عواقبه أنه أسيء استخدامه وتغيرت طبيعة العلاقة بينه وبين التقدم منذ أن اتخذ الاستعمار له العلم ركوبة يمتطيها ابتغاء مصلحة يرجوها فلم يتح للثقافات والأقوام الخاضعة له الاطلاع على العلم إلا في لبوس الحرب والتجارة والمصلحة ، فقصرت عن مجاراته . فما من شيء أعدها للحاق به وما من شيء هيأها للحذر من الجانب المادي للتقدم العلمي وماله من سيء الأثر في القيم التقليدية الاجتماعية والخلقية والدينية . والمعرفة القديمة إن قاومت شيئاً فإنما قاومت العلم نفسه في حين ظنت أنها لقادرة على اصطناع منتجاته للدفاع عن نفسها ، وإن كان الاستعمار قد أثبت سمو العلم في مناهجه فما ذلك إلا من حيث نتائجها التي قدمها تلقاء ما قدمته المعرفة القديمة من منتجات . إن ما بدا من الاستعمار من مخالفة لطبيعة العلم والمبادىء العامة للمعرفة العقلية ومعارضة للطريقة التي اتخذت لتوزيع المسؤولية التقليدية من أجل تقدم المعرفة وتزويدها بأسسها وطرقها ، كل أولئك كان من شأنه وأد الفكر المبدع الأصيل في الأمم المستعمرة وقتاً طويلاً . وما تولد من ذلك كله من خضوع وتمرد وإعجاب ورفض كان من أمره أن جعل ضروب التصدي الثقافية الناجمة عنها عقيمة لا جدوى منها ، بل إن ما حدث من طرائق جديدة للتصرف والتفكير والعمل

والنظر كان له أكبر الأثر في الاختلاط الفكري لدى الشعوب فلم تتلقَ بذلك الوسائل التي تتيح لها ، وهي ترزح تحت نير الاستعمار واحتكار دوله للتقدم العلمي ، اجتياز الخطوات الفكرية والعملية التي قطعتها أوربا في طريق تقدمها ولم تمنحْ التشجيع الذي كان في وسعه أن يمهد لها طريق الكشف عن المنطق الخفي الذي يكمن وراء طرائق عيشها وتفكيرها، وهي الطرائق التي نسيتها أوربا أو رفضت عمداً الاكتراث لها ، ولم يؤدِ الاستقلال بهذه الأمم إلى إثراء المعرفة في مبادئها ونتائجها لما ظلت عليه من خضوع وتبعية .

والدراسة لا تنسى فيما تضربه من أمثلة وتقدمه من شواهد الحضارة العربية فيما قدمت وأبدعت . فإذا كان للعلم العربي هذه المكانة الكبرى والأهمية العظمى على شجرة التقدم العلمي العام فإنه لقمين بنا أن نطرح مشكلة تخلفه على نحو خاص بحيث نرى في ذلك مشكلة اختلافه في سيره من حيث تقدمه وبطؤه ، ومؤدى ذلك أن نعرف أن ما بين الاسلام والتقدم العلمي من علاقة فيها الحض على العلم كل الحض إنما يثبت أن الوشيجة القائمة بين الدين والسياسة قد أفضت إلى الانفتاح على النقد والنقل جميعاً وأن الإسلام أغنى في معناه الباطني العميق من الكاثوليكية في عقيدتها وسلطتها .. وإذا كان الاغريق يميزون العمل (للعبيد) من التأمل (للأحرار) فإن الاسلام قضى على هذه التفرقة الطبقية وفتح آفاق التأمل الديني والشعري وحض الناس على العمل والتجربة بأكثر مما فعل الاغريق وأفضل، فأثبت بذلك أنه خلاق وأن إبداعه يرجع إلى بساطة عقيدته وتنوع التيارات التي سمح للتفكير باتخاذها ولما بينه للعلم والمعرفة بعامة من طرق في نقطة تقاطع القارات الكبرى للعالم القديم . ولقد كان للاسلام دوره الكبير في نشر المعرفة في شتى ميادينها ومختلف ضروبها، هذا مع الحفاظ على أصالته على الرغم من تعرضه لشديد أثر أوربا في توسعها وامتدادها . وللمؤلف رأي مفاده أن تنوع الثقافات في العالم الاسلامي ولد صعوبة خاصة إذا ما أريد لها استعادة خصبها السابق المتعدد الأجناس ، إذ كان على شعوبه وأممه أن يكتشف كل من جديد عن هويته وشخصيته المتميزتين بلجوئه إلى دعم الشعب الذي ينبغي أن يزود بجميع الوسائل المدنية والعسكرية قبل أن يستطيع تمثل المفهومات الجديدة فضلاً عن المفهومات التي قدمتها أقلياته المختارة السابقة . فها نحن أولاء تلقاء نوع آخر من التخلف العلمي يرجع في هذه الحال إلى إنكسار في التقاليد التي كانت في الأصل قادرة على التقدم بذاتها نحو أهدافها إلا أن هذه الأهداف قد تغيرت في أثناء ذلك بقوة السلاح .

إن ما رأيناه في القسم الأول من تحليل لعوامل التقدم العلمي ودراسة لأسباب التأخر

العلمي بعامة وما ضرب من أمثلة في هذا الشأن وما ينبغي اتخاذه في هذا المضمار من سبل ابتغاء التقدم وبلوغ المساواة في العلم والثقافة بخاصة إنما يجد له دعامة وتأكيداً فيما أتى به القسم الثاني من دراسة . ذلك أن تحليل أثر العلم من طريق النظر في حاضر المجتمعات وما تقوم به في ذلك من ضروب الاصلاح والتقدم وما يتعرض له هذا التحليل للعلم من حيث إنتشاره في أرجاء العالم المختلفة من عوامل تأخر وأسباب تقدم وما يتصل بهذا التحليل من نظرة تاريخيــة وأخرى مستقبلية ، كل ذلك قمين أن يطلعنا بأنصع بيان على أنماط الثقافات في تقدمها وضروب الحضارات في سعيها نحو هذا التقدم . والقسم الثاني هذا يبدأ بفصل دروس من الصين لجوزيف نيدهام فيتعرض لما تم في الصين من تغير وتقدم علمي وما طرأ عليها من تغيرات سياسية واجتماعية وما تولد من ذلك من آثار علمية وثقافية سيكون لها شأن كبير في مستقبل الصين الباهر من حيث تقدمها العلمي وتحولها إلى أمة صناعية . أما الفصل الثاني فدراسة للعلم والتكنولوجيا في المجتمع الياباني لجيمس داتور. ومما جاء فيه تبيانه العلاقة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع من طريق صيغة مؤداها الربط بين تحسين الحياة والعلم والتكنولوجيا والتقـــدم الاجتماعي وتحسين الرخـــاء الفردي ابتغاء بلوغ السعادة . وهذا ما كان يدفع مؤتمر الأمم المتحدة عن العلم والتقنية في سبيل التقدم فاستجاب بذلك لما يعتمل لدى النخب الأكاديمية والبيروقراطية في العالمين المتقدم والنامي من ضروب الاهتمام. فإذا بالعلم يغدو فعالية تتقدم بتقدم التقنية التي توجهها السياسة من أجل بلوغ التقدم الاجتماعي وإذا بالمجتمع يتقدم ويتقدم معه كل فرد من أفراده فيزيد رخاؤه وتزداد سعادته. وفي ذلك يفترق المجتمع الغربي عن غيره فيتطور الأول ويتخلف الثاني . وإذا كانت هذه الدراسة التاريخية لليابان تعد هذا البلد نموذجاً للتقدم العلمي في مجتمع غير غربي وتبين أسباب تمكنه من تبني العلم والتقنية ذوي الطراز الغربي بأكبر سهولة فإنها لا تنسى ما ينتاب اليابان في ذلك من مشكلات ترجع إلى اختلاف التقدير لدور البحث الكلي في المنهج العلمي وتفاوت ارتباط العلم بطرائق الحفظ والتقنية وما يقوم هناك من فجوة بـين التقويم الجمالي والعلمي للأنظمة الطبيعية . ويدرس الفصل الثالث حال الهند (س سين) ، تاريخها وحاضرها وتأثرها بالغرب وخضوعها للاستعمار وسرعة تقدمها العلمي بعد نيلها للاستقلال ، بيد أن ذلك كله لم يزُل حال اللامساواة القائمة في العلم والتقنية بين الهند والغرب . وواقع الأمر أن العلم ارتبط بالدفاع وشؤونه والصناعة الضخمة وميادينها وهما أمران ظلا وقفاً تحتكره القوى العظمى ، مما زادت معه اللامساواة خطورة

في مداها وأبعادها . ثم إن احتكار الصناعة في الدول الغنية للوسائل العلمية الدقيقة إلى أبعد حدود الدقة جعل الدول المتخلفة والنامية في حال لا تقدم فيها إلا على عمل علمي هين الشأن وطيء الدرجة . فإذا قيل إن التقدم العلمي مرتبط بالصناعة وإذا كانت هذه تستند إلى التقنية المتقدمة والدقيقة مما تعجز عنه الدول المتخلفة الزراعية قلنا إن في ذلك تعسف نظر يجحد دور الزراعة في التقدم العلمي وما لها من كبير خطر في ذلك كله .

أما الفصل الرابع فيبحث في العلم والعالم الاسلامي وهو للدكتور أحمد يوسف الحسن ، رئيس جامعة حلب سابقاً ومدير معهد التراث العلمي العربي في الوقت الحاضر ، وقد بين في بحثه هذا بادي بدي ما في البلدان العربية والاسلامية (وهو لا يفرق بين هذه البلدان بل يطلق أحكامه عامة بحيث تشملها جميعاً ، على ما في ذلك في بعض الأحيان من تعميم مبتسر قد يفضي إلى شيء من الابهام وإن لم يلبس الأمر على ذهن القارىء) من مؤسسات علمية تزداد على مر السنوات عدداً وتتنوع اختصاصاً وتشتد اتساعاً ؛ فهناك الجامعات والمعاهد والمدارس على مختلف صنوفها ومتباين ضروبها وهناك مراكز للبحث والتدريب وقد انتشرت في الأرجاء والأصقاع فكان لبعضها طابع محلي واتسم بعضها الآخر بسمة قومية أو عالمية . والبحث بعد ذلك يعرض للعقبات التي وقفت في وجه نمو العلم في العالم العربي (الاسلامي) فحدته واعتاقت حركة تقدمه فيحصيها عداً ويقتلها تحليلاً ودرساً . وهي عدم كفاية الانفاق على البحث العلمي وقلة الباحثين وضعف تجمعهم وتنظيمهم ، والنقص في سياسة العلم الوطنية ، والنقص في وعي القطاعات الاقتصادية لأهمية البحث العلمي وعدم كفاية المكتبات العلمية وأقسام الوثائق ومراكز البحث ، وعزلة العلماء وأثر البيروقراطية وما يتولد من ذلك من قيود ، والنقص فيما يحث على العلم ويدفع إليه من عوامل ودوافع والصعوبات الناجمة عن استيراد العلم . يضاف إلى ذلك التطور العلمي «الانتقائي» المحدود وانقسام جماعة الباحثين وتبدد جهودهم والنقص في الوعي العامي لدى الجمهور بعامة . ولم ينس الباحث التعرض للخطوات الايجابية التي تتخذها الدول العربية والاسلامية في سبيل رفع شأنها وتعزيز تقدمها وما يتم بينها من تعاون وتنسيق ابتغاء تجاوز التخلف ورأب الصدع في بنيان العلم والمعرفة .. بيد أن كفة الجانب السلبي لترجح الكفة الأخرى رجحاناً كبيراً .

ويبحث الفصل الخامس في العلم في أمريكا اللاتينية فيتعرض صاحبه (فيلمريكو بانيه) لميادين البحث والابداع التقني والقدرة العلمية الانسانية والتربية العلمية ويذكر العقبات

التي تعوق تطور العلم كمثل صعوبة الاتصال والاستعمار والتقدم الجزئي للعلم وعدم التحام المنظمات العلمية ، على قلتها وضعفها ، بنشاط البلد وانتاجه الاقتصادي وتخصص العلم في مجالات معينة من المعرفة لا ترتبط بالحاجات الاجتماعية وندرة مصادر البحث وحاجة العالم – المدرس إلى الوقت والطاقة لكثرة الطلبة عدداً ... ويتساءل المؤلف بعد ذلك كله عن سبيل التقدم الذاتي للعلم ههنا ويجيب أن ليس من شك في أن الهوة القائمة في مضمار التقدم العلمي والتقني بين الدول المتقدمة والنامية أمر يصعب اجتيازه ويعسر التقليل من قدره إذا ما استمرت النماذج الثقافية والعلمية – والتي هي أساس التقدم العلمي السريع – على ما هي عليه من حال وشأن . ويقتضي ذلك تغيير سلوك العالم في أمريكا اللاتينية لما يتسم به هذا السلوك في غالب الأحيان من سعي للحصول على اعتراف الهيئة العلمية العالمية به على مستوى العالم كله مما يفضي به هذا إلى المنافسة في مجالات خاصة وقاصرة من فروع العلم لا تغني في حل المشكلات التي تكتنف مجتمعه في شيء قل أو كثر ... وعليه من بعد ذلك نبذ البنى السياسية والايديولوجية والاقتصادية التي تعارف عليها الناس لما لها من سيء الأثر في حد انطلاقته وأدائه لعمله على خير وجه فإذا هو يتحول إلى آلة لا تقدر علـى شيء من الابداع والأصالة . وهو في ذلك كله خليق به أن يعرف كبير دوره وعظيم شأنه في المجتمع الذي ينتمي إليه . والخلاصة التي توصل إليها المؤلف والتي تمثل محصلة لكل دراسة يتنوي بها صاحبها حسن الفهم وعميق الاصلاح وبليغ الإحاطة بالمشكلات من المسائل هي أن شرط التقدم العلمي والثقافي والاجتماعي في أمريكا اللاتينية ليكمن في استئصال العقلية التي تمنح الغنى الطبيعي قيمة تجارية وتتخذ تراكم سلع الاستهلاك معياراً للتقدم العلمي بل تجعلهما شيئاً واحداً وحيداً .

ويطلعنا الفصل السادس على النظرة الافريقية إلى مشكلات التحضر فيبين لنا المؤلف أندريه أولودو الطابع التقليدي للثقافة الافريقية وعجز التمدن الغربي عن أن يحل محلها شيئاً آخر ، وما يتولد من ذلك من مشكلات في الأسرة والقرية والجماعة . كما يحدثنا عن الحكمة الافريقية وأهمية تربية الأطفال وعلاقتهم بالجماعة من حيث هي كل موحد والمنطق الذي يحرك هذه التربية في مراحلها كلها ومدى ربطه الجزء بالكل وتمثله للكل في الكون والأسرة والقبيلة على السواء . إلا أن ما تعرضت له الحضارة من تأثير غريب قد أفضى إلى أوخم العواقب ومما زاد ذلك سوءاً الجشع الذي تعرضت له افريقيا في ماضي زمانها وحاضر وقتها بخاصة فاستنزفت طاقاتها واستغلت ثرواتها من حيث لم يعد عليها

ذلك كله بنفع يذكر . ثم إنها لم تتقبل بقبول حسن ما فرض عليها من نظام تربوي يتصف بالغموض واللبس والوحشية والعنف ويبتعد عن الروح الافريقية في كل ما يتصل بالمعرفة والخبرة من شيء مما نجم معه لدى المفكرين والطبقة المثقفة الافريقية سوء فهم بل عدم فهم لهذه الخبرة وتلك المعرفة فإذا بالمربين لا يحسنون تربية وإذا بالمفكرين يتنكرون لثقافتهم الخاصة ولا يجدون مستنداً ولا مرتكزاً وإذا باللامساواة في العلم وتقدمه توغل في الصفوف وتعزل العلم عن واقع البلد وإذا بالحكام والمحكومين يقعون فريسة لذلك كله فلا يقوون على شيء .. وإذا بالتحضر يخفق كما أخفق الاستعمار من قبل ..

ويتعرض الفصل السابع للعقبات التي اعترضت سبيل المساواة العلمية فيرجع بعضها إلى طبيعة العلم الحديث نفسه من شديد تخصص وانقسام في فروعه المختلفة، وإن يكن هناك شبكة من العلائق والروابط التي تقويها والتي يشكل تطبيقها العام شرطاً أساسياً لكل إبداع، ويرجع بعضها الآخر إلى قلة العلماء وندرة مراكز البحث وكثرة المعارف وكلفة نقلها وصعوبة ذلك مما نرى معه أن اللامساواة العلمية تتأثر بالموارد الاقتصادية وتلتحق بها وتعزى إليها .

إن دراسة الحضارة العربية والصينية والهندية بكل ما أتت به من عظيم المآثر العلمية والأدبية لتربنا أن لهذه الحضارات الأسيوية الكبرى قدرة على أن تتمثل وتخصب بدائع الغرب الأولى إن كانت عرضت عليها في صيغة ملائمة وفي شروط مناسبة مما يدعو إلى القول إن المزية التي تدعيها أوربا كان من اليسر أن يتقاسمها معها العالم كله إن لم تؤدِ عوامل تاريخية ذات شأن إلى نتائج مغايرة . فكان ميسوراً على العلم العربي فهم كوبرينك وغاليليو وريثيه المباشرين إن تهيأ له أن يتلقى أعمالهما سليمة غير منقوصة وغير مشوهة. إن طبيعة العلم والطريقة التي قطع بها خطوات التقدم ودوره في المدنية كل اولئك إنما هي عوامل زادت التفرقة الثقافية تفاقماً بعد إذ اتخذها له الاستعمار وسيلة تسلط وقهر وقتل للمواهب حتى إذا نالت الدول المستعمرة استقلالها لم يفضِ استقلالها إلى الابداع الأصيل في حل مشكلاتها فما تتمسك به من معتقدات وما نراه من عجز العلم عن تبديل أسلوب حياتها كان له كبير الشأن في تخلفها فلم تقدر على إصلاح نفسها ولم تقوَ على اتخاذ المفهومات الأصيلة التي اعتمدها الغرب فأثمر وأبدع لتكون لابتكارها العلمي ركيزة ودعامة . ثم إن ما اتخذته من سياسة عقيمة في التسليح وما اعتمدته من ضروب المباهاة في الاقتصاد

بعامة كان سيء الأثر في تطورها .. مما تولد منه نمط من الاستهلاك غريب وتنظيم للدولة أبعد ما يكون عن حاجات الدولة بنياناً ونظاماً ... وذلك كله حري أن يدفع الناس إلى التوفيق بين الحاضر المستوحى من غريب النماذج والماضي الذاتي الأصيل فنبلغ من ذلك درجة من المعرفة والوعي نستطيع معها رأب الصدع في التقاليد فنثير الحركة في الكيان المشلول فيتيسر له من طريق ذلك دفع العلم على طريق الحياة والتقدم .

وما ينبغي تأكيده في خاتمة ذلك كله أن ليس هناك في العلم والتقنية ما يصعب دركه ويستغلق فهمه ويستبهم أمره على أي شعب من شعوب العالم أو أية حضارة من حضاراته فهي جميعاً قد أسهمت بنصيب في التراث العام للمعرفة والعرفان . إلا أن حواجز وحدوداً وقفت في وجه انتشار العلم وتقدمه فحدته وباينت بين درجات أصحابه سمواً وتفوقاً .

الخــاتمة :

وأراد المؤلف لهذه الخاتمة عنواناً ذا دلالة فأطلق عليها اسم : العلم ذلك المجهول ، فهو مجهول الهوية ومجهول الهدف ومجهول المعنى ... فهو لم يستطع أن يقدم لنصف البشرية وسيلة تعيش بها ولم يطلعها على معنى لمصاعبها أو لموتها . وهو لم يستطع من حيث هو كذلك ومن حيث تطبيقاته أن ينقذ الملايين من الناس البائسين أو يمنح الانسانية قيمة سامية ... وهو لم يكن ذا نفع إلا لفئة قليلة في حين أغفل الكثرة الكاثرة وزادها شقاءً . ولم يفضِ في انتاجه واستهلاكه إلا إلى المنافسة والحرب والتفرقة فازدادت حال الفقراء سوءاً وحال الأغنياء ترفاً ... وقد نبذ العلم من أهدافه المعنى الانساني وظن أن حل المشكلات المادية لكاف كيما تحل المشكلات الروحية والنفسية والاجتماعية والثقافية في نهاية المطاف فكان ظنه إثماً وبهتاناً كبيراً . فإذا قيل إن العلم ليس السبب الوحيد والمباشر للفقر المادي في عالمنا هذا قلنا إنه المسؤول عن الاضطراب الخلقي الذي يكتنفه لما نكث من عهود الحرية والأخوة والمساواة ، وإذا كان قد أزال ضروب المواساة الفارغة التي كان يصطنعها التاريخ لتخفيف الشقاء الانساني فإنه أحل محلها مفهومات تفندها البينات المادية . وإذا كان للعلم أن يتقدم في مقبل الزمان أساساً وتطبيقاً فإن عليه أن يوسع أسسه الفكرية والمادية ويكون بذلك أعدل توزيعاً ... إلا أن ذلك لأمر بعيد . حتى إذا قيل ليس العلم والتقنية بمسؤولين عن الفقر وسوء مصير الانسان فما كان ليبلغا ما بلغا إلا بنبذ ما يمت إلى الدين والانسان من صلة قال قائل إن المجتمعات المتقدمة لهي الملومة في ذلك لما كان منها من استغلال للعلم واغتناء

مادي بالتقدم الفكري. فلقد أفضت إلى التفرقة التقنية بين الناس فتركزت السلطة في شركات متعددة الجنسيات قصارى أمرها الكسب والغنى من حيث لا ترعى إلاً ولا تحفظ خلقاً . ولقد كان من شأن الحياد الخلقي المزعوم للعلم أن جعله يتنكر للقيم الانسانية السامية فإذا به يسير في طريق غريبة عن رسالته النبيلة وإذا به توجهه أهواء ومطامع وتدفعه عوامل اقتصادية وسياسية فامتنع من التعبير عن الحقيقة البسيطة المطلقة فضاعت حـــريته وقيدت منطقـــه روابط المصلحة والواقع وأضحى استقطابه سياسياً واجتماعياً ... إلا أن لهذا الأمر جانباً آخر يتمثل في اتساع مدى العلم من حيث لغته وأساسه المنطقي فقد حل محل الاستنتاج في ضيق فروضه ومقدماته تحليل لأسسه ولمبادئه شامل وذلك لما يشتمل عليه من وسائل يصطنعها الانسان لمعرفة ذاته ولما يفضي إليه ذلك من إنتشار للمعرفة بحيث تعم المشكلات في مختلف ضروبها ومتسع أبعادها .

ومما يجب قوله ههنا إن العلم ليكسب بالاعتماد على المفكرين غير الغربيين الشيء الكثير فضلاً عما يحوزه من غنى يجيئه من طريق الحدس والخيال وما يقتضيه من تجربة ثقافية تقلل من شأن المنطق والاستنتاج . وإن عليه أن يقتبس من طرق التفكير السابقة في الأمم الأخرى وفي تاريخ العلوم من ضروب المفهومات والمبادىء ما تسعى به إلى تجديد نماذجه وتطوير مناهجه وتكون له عوناً على حل مشكلات الانسانية وإنقاذ العلم الحديث مما يتخبط فيه من حال من الاضطراب بالغة السوء . وما يبعث فينا ذلك الأمل الكبير كثل اهتمامنا البليغ بتاريخ العلوم على متسع مجالاته وعميق ميادينه بحيث لا يقتصر على توضيح أصول التقدم الحديث وشروطه بل يتعداها إلى ما كانت تتخذه حضارات أخرى من معايير للحقيقة فإذا بالانسان يزداد معرفة لذات نفسه وإذا به يمتنع من إخضاع عمله للعلم فيلجأ إلى تقويم العلم من خلال علاقته بنفسه. وذلكم جانب على قدر كبير من الأهمية وإن أهميته لتزداد وتكبر بقدر ما تحتاج إليه الدول النامية من سرعة في الحصول على التقنية الصناعية والزراعية ومن بصيرة أعمق وأنفذ فإذا هي تعي أن في قدرتها أن تمزج أطيب المزج ما نراه اليوم من ضرب من التفكير غريب عنها مع تفكير الماضي الذي كان أبلغ إنسانية وأعمق معنى .

وإذا شئنا من بعد ذلك كله أن نخلص مع كاتب هذه الخاتمة إلى نتيجة تعم الدراسة كلها وتضفي عليها معنى شاملاً قلنا أن ليس في وسعنا بلوغ أي قرار علمي قويم قيم إلا

بالرجوع قصراً إلى التاريخ . وليس هذا شأن العلم في حاضر وقتنا لما يتخذه من معيار مادي يقسم بحسبه مصادره ويقيس به نجاحه التقني ربحاً مادياً ومكانة اجتماعية وسمواً حربياً . في حين يجدر القول إنه ما من قرار بعيد المدى بليغ المرمى في استناده إلى الإنسان في أعماقه ومعانيه إلا كان محصلة لمعرفة أفضل بالماضي من حيث أسراره ومبادؤه ونظرته في الطبيعة وآثار العلم • بيد أن العلماء مقصرون في ذلك فهم لا يعيرون تاريخ العلوم ، دراسة وتدريساً . إلا الشيء القليل والنزر اليسير من اهتمامهم بحيث لم يشغل في جنب العلم نفسه إلا حيزاً صغيراً في حين كبر ما يشغله التاريخ السياسي والاجتماعي من مكانة وما يكرس له من عمل ضخم. كل ذلك وهو حقيق به أن ينال الخطوة التي يستحق فيتبوأ المحل الذي هو خليق به فيحض الباحثين جميعاً على السعي الدؤوب والعمل الجاد فإذا هم يصدرون في ذلك عن فهم لتاريخ العلوم وما يضفيه على فهم المصير الإنساني من عميق النظر وبالغ الأثر. تلكم دعوة إلى كل من يتبصر فيرى الحقائق ويتذكر فيعمل من بعدها على إغناء الانسان بعظيم العلم وجليل العرفان .

ونحن إذ نؤكد على بليغ قدر التاريخ في فهم تقدم العلم ودرك مراميه البعيدة إنما نوثق العلاقة الوشيجة بين العلم وتاريخه ابتغاء فهم الانسان في مساره ومآله رفي حاضره ومصيره وما لذلك من صلة بالجوهر والأساس والمبادىء والأهداف. وقد جاء توثيقنا ذلك على خير وجه محقق لما قام به معهد التراث العلمي العربي في جامعة حلب من جليل الاعمال ولما أسهم به من أوفر الأنصبة ولما قدمه لصرح تاريخ العلوم من آساس ملؤها التفهم في الاختيار ولبنات مفعمة بالانصاف في الحكم ولما كان منه من إصدار لهذه المجلة العلمية المتزنة وما أتت به من عميق التحليل وبديع التركيب لجوانب كثيرة من تاريخ العلوم العربية والاسلامية فجاء معه ذلكم الصرح شاهقاً ممرداً او حرزاً حريزاً يقي التراث في العلوم وفلسفتها عاديات الدهر ونوائب الزمان ويولي أصحابه والقائمين عليه أكبر القدر وأبلغ الاهتمام وأسمى الرعاية .

معهد التراث العلمي العربي
جامعة حلب

الدكتور حكمت حمصي

المشاركون في العدد

جون ل. برغرن : هو عضو قسم الرياضيات في جامعة سيمون فريزر في كولومبيا البريطانية . وقد قام بأبحاث مختلفة في تاريخ الرياضيات العربية في معهد التراث العلمي العربي وفي جامعة شالمرز التكنولوجيا في غوتبورغ في السويد ، وذلك خلال السنة الجامعية المنصرمة

رفعت يسى عبيد : هو رئيس قسم الدراسات السامية في جامعة سيدني في جنوبي ويلز وقد حقق ونشر عدداً من النصوص العربية والسريانية في القرون الوسطى .

حكمت حمصي : التحق مؤخراً استاذاً باحثاً في معهد التراث العلمي العربي ومساعداً محرراً لمجلته (مجلة تاريخ العلوم العربية) ومحرراً لرسالته . وهو يجمع إلى تخصصه المهني بالفلسفة والحقوق اهتمامه بالدراسات السياسية والاقتصادية والاجتماعية فضلا عن قيامه بدراسات تتعلق بتاريخ العلوم العربية ، وهو يدرس الاقتصاد وتاريخ الفكر (الفلسفة) والترجمة في جامعة حلب .

البير زكي اسكندر : اقتصر ما نشر من مؤلفات على مجال الطب العربي ، وهو يحقق في الوقت الحاضر الترجمة العربية لكتاب جالينوس .

ا. س. كندي : عمل سنتين في مركز الأبحاث الأمريكي في مصر ، ويتوزع وقته الآن بين دراسة العلوم الدقيقة خلال القرون الوسطى وتحريره لمجلة تاريخ العلوم العربية .

ديفيد كينج : له أبحاث في تاريخ العلوم العربية الإسلامية ويدرس العربية ويشرف على حلقة بحث (دراسية) للخريجين في جامعة نيويورك وهي تدور حول الفنون والعلوم في الاسلام .

أحمد سليم سعيدان : مؤرخ للرياضيات وعميد لكلية العلوم في الجامعة الأردنية منذ طويل وقت ، وقد اقتصر ما نشر من مؤلفات على مجال الحساب العربي .

جورج صليبا : درس ودرس في الجامعة الامريكية في بيروت ، ثم درس في جامعات بركلي وهارفارد ونيويرك إلى أن حط الرحال أخيراً في جامعة كولومبيا .

خوليو سامسو : يقع مجال بحثه الرئيس في تاريخ الفلك العربي ، وقد اشتملت منشوراته على دراسات عن كتب الأنوار والآلات الفلكية وعلم المثلثات في أولى مراحله .

اميلي سافيج – سميث : يقوم مركز عملها في مركز غرونباوم في جامعة كاليفورنيا في لوس انجليس حيث تعمل مساعدة باحث في الاسلاميات . وقد قضت العام الجامعي المنصرم في جامعة اكسفورد .

مانفرد أولمان : مؤرخ بارز للعلوم في الاسلام وهو أيضاً محرر لمعجم اللغة العربية الكلاسيكية الذي يعد مرجعاً موثوقاً . /

أورسولا فايسر : حققت كتاب « سر الخليقة وصنعة الطبيعة » ونشره لها معهد التراث العلمي العربي . وهي تعمل الآن في مجال تاريخ علم الأجنة وعلم أمراض النساء وعلم القبالة في الطب العربي .

راينهارت فيبر : إن له اهتماماً كبيراً بالبحث في تاريخ الجغرافيا والملاحة والفلك في الاسلام على الرغم من أن مجال عمله إداري لا أكاديمي .

ملاحظات لمن يرغب الكتابة في المجلة

١ - ١ — تقديم نسختين من كل بحث أو مقـال الى معهد التراث العلمي العربـي . طبع النص على الآلة الكاتبة مع ترك فراغ مزدوج بين الاسطر وهوامش كبيرة لأنه يمكن أن تجرى بعض التصحيحات على النص ، ومن أجل توجيه تعليمات الى عمال المطبعة . والرجاء ارسال ملخص يتراوح بـين ٣٠٠ — ٧٠٠ كلمة باللغـة الانكليزيـة إذا كان ذلك ممكناً وإلا باللغة العربية .

٢ - ٢ — طبع الحواشي المتعلقة بتصنيف المؤلفات بشكل منفصل وتبعا للارقام المشـار اليها في النص . مع ترك فراغ مزدوج أيضا ، وكتابة الحاشية بالتفصيل ودون أدنى اختصار .

أ — بالنسبة للكتب يجب أن تحتوي الحاشية على اسم المؤلف والعنوان الكامل للكتاب والناشر والمكان والتاريخ ورقم الجزء وأرقام الصفحات التي تم الاقتباس منها .

ب — أما بالنسبة للمجلات فيجب ذكر اسم المؤلف وعنوان المقالة بين أقواس صغيرة واسم المجلة ورقم المجلد والسنة والصفحات المقتبس منها .

ج — أما إذا أشير الى الكتاب أو المجلة مرة ثانية بعد الاقتباس الأول فيجب ذكر اسم المؤلف واختصار لعنوان الكتاب أو عنوان المقالة بالاضافة الى أرقام الصفحات .

أمثلـة :

أ — المطهر بن طاهر المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، نشر كلمان هوار . باريس ١٩٠٣ ، ج ٣ ، ص ١١ .

ب — عادل انبوبا ، « قضية هندسية ومهندسون في القرن الرابع الهجري ، تسبيع الدائرة » ، مجلة تاريخ العلوم العربية. مجلد ١ ، ١٩٧٧ ص ٧٣.

ج — المقدسي ، كتاب البدء والتاريخ ، ص ١١١ .
انبـوبا ، « قضية هندسية » ، ص ٧٤ .

مطبوعات معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب

آ ـ الكتب

١ – احمد يوسف الحسن — الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل لأبي العز ابن الرزاز الجزري (بالتعاو ن مع غانم – ملوحي – تعمري)
١٠٠ ل. س. أو ٢٥ دولا راً أمريكياً

٢ – احمد يوسف الحسن — تقي الدين والهندسة الميكانيكية العربية مع كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية من القرن السادس عشر ، ١٩٧٦ .
٣٢ ل.س او ٨ دولارات امريكية .

٣ – جلال شوقي — رياضيات بهاء الدين العاملي ٩٥٣ – ١٠٣١ / ١٥٤٧ م – ١٦٢٢ م ١٩٧٦،
٣٢ ل.س او ٨ دولا رات امريكية .

٤ – ادوار كنِدي وعماد غانم — ابن الشاطر فلكي عربي من القرن الثامن الهجري / الرابع عشر ميلادي
٢٤ ل.س او ٦ دولارات امريكية .

٥ – ادوار كنِدي — افراد المقال في أمر الظلال للبيروني
جزء (١) : الترجمة الانكليزية
جزء (٢) : التعليق والشرح (بالانكليزية) ، ١٩٧٦
١٠٠ ل.س او ٢٥ دولاراً امريكياً .

٦ – سلمان قطاية — مخطوطات الطب والصيدلة في المكتبات العامة بحلب ، ١٩٧٦
٤٠ ل.س او ١٠ دولارات امريكية .

٧ – سلمان قطاية — ما الفارق لابي بكر محمد بن زكريا الرازي ، ١٩٧٨ .
٥٠ ل.س او ١٣ دولاراً امريكياً .

٨ – بلينوس (تحقيق اورسولا وايسر) سر الخليقة وصنعة الطبيعة ، ١٩٧٩
٦٠ ل.س او ١٥ دولاراً امريكياً .

٩ – معهد التراث العلمي العربي — ابحاث الندوة العالمية الاولى لتاريخ العلوم عند العرب (١٩٧٦)
الجزء الاول : الابحاث باللغة العربية ٨٠ ل.س او ٢٠ دولاراً امريكياً .

١٠ – معهد التراث العلمي العربي — ابحاث الندوة العالمية الاولى لتاريخ العلوم عند العرب (١٩٧٦)
الجزء الثاني : الابحاث باللغة الانكليزية ٦٠ ل.س او ١٥ دولاراً امريكياً .

١١– معهد التراث العلمي العربي — أبحاث المؤتمر السنوي الثاني للجمعية السورية لتاريخ العلوم (١٩٧٧)
٢٠ ل.س أو ٥ دولارات امريكية

ب ـ المجلات

١ – مجلة تاريخ العلوم العربية : دورية عالمية متخصصة تصدر مرتين كل عام .
المجلد الاول (١٩٧٧) ٢٥ ل.س او ٦ دولارات امريكية
المجلد الثاني (١٩٧٨) ٢٥ ل.س او ٦ دولارات امريكية
المجلد الثالث (١٩٧٩) ٤٠ ل.س او ١٠ دولارات امريكية
المجلد الرابع (١٩٨٠) ٤٠ ل.س أو ١٠ دولارات امريكية

٢ – عاديات حلب : حولية تبحث في تاريخ الحضارة والآثار والعلوم :
الكتاب الاول (١٩٧٥) ، الكتاب الثاني (١٩٧٦) ، الكتاب الثالث(١٩٧٧)
٢٥ ل.س او ٦ دولارات امريكية للكتاب الواحد .

Al-Kāfi fi'l-Ṭibb of al-Rāzī

ALBERT Z. ISKANDAR & RIFAAT Y. EBIED

The purpose of this paper is to draw the attention of scholars to the existence of an apparently unique Judaeo-Arabic manuscript of *al-Kāfi fi'l-Ṭibb* of al-Rāzī, preserved in the Bodleian Library, Oxford MS No. 514 (Uri 427). This manuscript, which is written in clear Hebrew characters, was completed on Thursday 28th Ṭebheth, 5180 [= 15th January, 1420] by a certain Rabbi Sa^cadiah the Physician for his brother Rabbi Abraham.

Al-Kāfi fi'l-Ṭibb appears in Ibn Abī Usaybi^ca's *^cUyūn al-Anbā'*, but no mention of it is made in the other mediaeval bibliographies, as for example Ibn al-Nadīm's *al-Fihrist*, Ibn Juljul's *Ṭabaqāt*, al-Bīrūnī's *Risālah* and al-Qifṭī's *Ta'rīkh*.

This paper presents a critical study of a number of Arabic manuscripts bearing the title of *al-Kāfī*, which have been erroneously ascribed to al-Rāzī. Internal evidence is provided to show that the Bodleian manuscript No. 514 (Uri 427) contains a copy of al-Rāzī's *al-Kāfi fi'l-Ṭibb*. The table of contents of this manuscript, together with excerpts from the text, are also given in this paper.

Al-Kāfi fi'l-Ṭibb consists of two treatises in which al-Rāzī presents his medical material modelled on the compendia (*kanānish*), and following the head-to-toe method of presentation. The first treatise contains seventy-six chapters (*abwāb*) and deals with diseases of the head. The second treatise consists of fifty-five chapters and treats of diseases of the stomach and other organs of the body, concluding with accounts of fevers. Each chapter is devoted to one illness, in which the name of the disease is mentioned, followed by its causes, its symptoms, and therapy.

Kitāb al-Kāfi fi'l-Ṭibb would appear to deserve publication in a full critical edition, based on the hitherto unpublished Bodleian manuscript, on the grounds of its importance in the history of Arabic medicine. It is hoped that such an edition will appear in the near future.

the inclined sphere and the deferent, achieving thereby a better explanation of the phenomenon called "prosneusis" by Ptolemy.

It should be noted that ʿUrḍi remains totally silent about the genuine defect in the Ptolemaic lunar model which predicts a moon almost twice as large at quadrature, hence once more emphasizing the philosophical and logical motivation of his non-ptolemaic astronomy.

SUMMARIES OF ARABIC ARTICLES IN THIS ISSUE

A Damascene Astronomer Proposes a Non-Ptolemaic Astronomy

GEORGE SALIBA

This paper gives, in Section 1, an Arabic summary of the results reached so far in the research centered around the works of the Marāghah astronomers, which had not been made available in Arabic before. It points out that the work of the Damascene astronomer Mu'ayyad al-Dīn al-ʿUrḍi (d. A.D. 1266) had not been presented either in Arabic or English, and this paper proposes to fill the gap.

The Bodleian MS Marsh 621 is shown to be a copy of the hitherto inaccessible astronomical text of ʿUrḍi. Study of this document revealed that it was written before the *Tadhkirah* of Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī. It is also shown that a planetary model, hitherto ascribed to Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī is actually that of ʿUrdi.

Sections 2 and 3 give a summary of the bio-bibliographical data known so far about ʿUrḍi.

Section 4 discusses the importance of ʿUrḍi's work. It is established that it belonged to the genre of astronomical writings produced by many medieval Arab astronomers who took upon themselves the strict requirement of producing planetary models in which the movements of the planets can always be described as resulting from combinations of uniform circular motions.

The historical facts, as we know them so far, point to ʿUrḍi's work as being the earliest attempt to produce planetary models that are physically *and* mathematically consistent. What he accepts are the Ptolemaic axioms about the nature of the motion of the heavenly bodies as well as the observations recorded by Ptolemy. What he manages to achieve is a set of models, one for the upper planets, one for the moon and one for Mercury that, in modern terms, can be described as linkages of vectors of constant length rotating at uniform speed.

Observationally, ʿUrḍi remains quite satisfied with the Ptolemaic results and proves that his lunar model, for example, produces a resultant observable lunar motion in longitute that varies from the one predictable by the Ptolemaic model by an amount less than two and a half minutes, "a value that can easily escape the skillful observer". What he actually does with the Ptolemaic lunar model is to change the direction and the value of the movements of both

To Contributors of Articles for Publication in the Journal for the History of Arabic Science

1. Submit the manuscript in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science. The text should be typewritten, double-spaced, allowing ample margins for possible corrections and instructions to the printer. Please include a summary in Arabic, if possible, about a third the length of the original. Otherwise let us have a summary in the language of the paper.

2. Bibliographical footnotes should be typed separately according to numbers inserted in the text. They should be double-spaced as well, and contain an unabbreviated complete citation. For books this includes author, full title (underlined), place, publisher, date, and page numbers. For journals give author, title of the article enclosed in quotation marks, journal title (underlined), volume number, year, pages. After the first quotation, if the reference is repeated, then the abbreviation *op. cit.* may be used, together with the author's name and an abbreviated form of the title.

Examples :

O. Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (New York: Springer, 1976), p. 123.

Sevim Tekeli, "Taqī al-Dīn's Method of Finding the Solar Parameters", *Necaci Lugal Armagani*, 24 (1968), 707–710.

3. In the transliteration of words written in the Arabic alphabet the ollowing system is recommended:

' , a , b , t , th , j , ḥ , kh , d , dh , r , z , s , sh ,
ش س ز ر ذ د خ ح ج ث ت ب ا ء

ṣ , ḍ , ṭ , ẓ , ᶜ , gh , f , q , k , l , m , n , h , w , y
ي و ه ن م ل ك ق ف غ ع ظ ط ض ص

For short vowels, *a* for *fatḥa*, *i* for *kasra*, and *u* for the *ḍamma*.

For long vowels the following diacritical marks are drawn over the letters *ā, ī, ū*.

The diphthong *aw* is used for او and *ay* for اي .

NOTES ON CONTRIBUTORS

John L. Berggren is a member of the mathematics department at Simon Fraser University ,British Columbia. During the current academic year, however, he has pursued various projects in the history of Arabic mathematics, at the Institute for the History of Arabic Science, and at Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden.

Rifaat Yassa Ebeid is chairman of the department of Semitic studies at the University of Sydney, New South Wales. He has edited numerous Arabic and Syriac medieval texts.

Hikmat Homsi, recently appointed Researcher at the Institute, Assistant Editor of the *JHAS* and Editor of its Newsletter, combines professional interests in philosophy and law with political, economic and social studies, as well as with studies related to the History of Arabic Science. He teaches economics, "Histoire de la Pensée" and traduction at the University of Aleppo.

Albert Zaki Iskandar has published extensively in the field of Arabic medicine. He is currently editing the Arabic version of Galen's *De medico examinando.*

E. S. Kennedy, for two years connected with the American Research Center in Egypt, now divides his time between studying the medieval exact sciences and helping to edit the *JHAS.*

In addition to carrying on research, **David King** is teaching Arabic and conducting a graduate seminar at New York University on "The Arts and Sciences in Islam".

Historian of mathematics and longtime Dean of the Faculty of Science, Jordanian University, **Ahmad Salim Saidan** has published extensively in the field of Arabic arithmetic.

George Saliba has studied and taught at the American University of Beirut, Berkeley, Harvard New York University, and most recently at Columbia University.

Julio Samsó has as a main research field the history of Arabic astronomy. His publications include studies of the *kutub al-anwā'*, astronomical instruments, and early trigonometry.

Emilie Savage-Smith's permanent post is at the von Grünebaum Center, University of California at Los Angeles where she is an associate research Islamist. However, she is spending the present academic year at Oxford University.

Eminent historian of the natural sciences in Islam, **Manfred Ullmann** is also editor of the authoritative *Wörterbuch der klassischen arabischen* Sprache.

Ursula Weisser is the editor of a cosmological treatise, *Sirr al-Khalīqa,* rcently published by the Institute for the History of Arabic Science. She is presently working on a history of reproductive physiology, gynecology, and obstetrics in Arabic medicine.

Although **Reinhard Wieber's** vocation is administrative rather than academic, his active avocation is research in the history of Islamic geography, navigation, and astronomy.

jüngere Zeit, s. *WKAS* II 389 a 19 f. und meine Arbeit: *Beiträge zur Lexikographie des Klassischen Arabisch* Nr. 1, Bayerische Akademie der Wissenschaften, phil.-hist. Klasse, Sitzungsberichte 1979, Heft 9, pp. 15-17.

Diese Bemerkungen wollen sagen, daß die von Frau Weisser herausgegebenen Texte den Leser noch mit einer Vielzahl von Problemen konfrontieren. Manches wird die Editorin selbst in ihren Untersuchungen über Herkunft und Überlieferung des *Sirr al-khalīqa*, die gesondert in der *Ars medica* erscheinen sollen, klären können. Wie immer die Antworten ausfallen mögen, so darf doch schon jetzt voll Dankbarkeit festgehalten werden, daß das hier angezeigte Buch die Forschung einen großen Schritt vorangebracht hat.

MANFRED ULLMANN

Universität Tübingen

aruzz. p. 638 a: Statt *isṭaqis* lies *usṭuquss* (vgl. Helmut Gätje, *Wiener Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes* 56 (1960), p. 324 Anm. 2). p. 638 b: Statt *i'talafa* lies *ītalafa*. p. 639 a: Statt *i'timārun* lies *ītimarun*. p. 646 a: Statt *mutajassad* lies *mutajassid*. p. 659 a: Statt *tarbiyyatun* lies *tarbiyatun*. p. 663 b: Statt *sarṭān* lies *saraṭān*. p. 664 b: Statt *sulḥafātun* lies *sulaḥfātun*. p. 667 a: Statt *al-mushtariyyu* lies *al-mushtarī* (und so überall im Text zu verbessern). p. 676 a: Statt *ᶜaḍwun* lies *ᶜuḍwun*. p. 683a 21: Statt *al-mutafakkiru* lies *al-mutafakkiratu* (Kollektivausdruck). p. 683b: Statt *qubābun* lies *qibābun*. p. 685 b: Statt *qushᶜarīratun* lies *qushaᶜrīratun*. p. 686 b ult.: Statt *taqwiyyatun* lies *taqwiyatun*. p. 688 a: Statt *kurbun* lies *karbun* und statt *karāhiyyatun* lies *karāhiyatun*. p. 688 b: Statt *kilā'un* lies *kilā'atun* (s. *WKAS* I 305 a 11 ff.). p. 689 a: Statt *kamāhiyyatun* lies *ka-mā hiya*. p. 689 a 3: Statt *kamiyyatun* lies *kammiyyatun* (und so überall im Text zu berichtigen). p. 692 b: Statt *madḥatun* lies *midḥatun*. p. 692 b: Statt *marḍun* lies *maraḍun*. p. 693 a: Statt *tamshiyyatun* lies *tamshiyatun* (auch im Text zu berichtigen). Wahrscheinlich ist aber überhaupt *tamsiyatun* zu lesen, s. mein Buch *Naturwissenschaften* p. 264 und *Katalog Chester Beatty* II 101.

Der These, die Frau Weisser vertritt, daß der Text des *Sirr al-khalīqa* alt und wohl noch im 8. Jhdt. niedergeschrieben sei, möchte ich nicht ohne weiteres zustimmen. Es fällt auf, daß viele sprachliche Erscheinungen vorkommen, die sich erst im 9. Jhdt. herausgebildet haben. Zu *al-kullu* mit Artikel (p. 8,8; 9,9; 65,5 und oft) vgl. *WKAS* I 295 a 3 ff. Der Ausdruck *al-lā-shay'u* p. 69,4 f. ist eine Formenbildung, die nicht vor dem 9. Jhdt. zu belegen ist, s. *WKAS* II 33 b. Kollektivformen wie *aṣ-Ṣābi'atu* (p. 65,3) kommen ebenfalls nicht vor dieser Zeit vor. Abstraktbildungen nach dem Muster der Nisbe mit Femininendung sind spät, man vgl. hier *abadiyyatun* 66,8, *ākhiriyyatun* 55,8, *jawhariyyatun* 334,11, *dhahabiyyatun* 284 ult., *yaqutiyyatun* 285,1, *nafsiyyatun* 55,2, *waḥdāniyyatun* 9 ult., *kammiyyatun* 14 paen. und oft (vgl. *WKAS* I 342 b 42 ff.), *kulliyyatun* 9,10 (vgl. *WKAS* I 296 a 8 ff). Von Pluralen abgeleitete Nisben sind spät, vgl. *al-akmāmiyyatu* 388,13 (dazu *WKAS* I 576 a 20 ff.). Auch das Wort *kaywān* (122,8; 142,9; 145,2) kommt nicht in alten Texten vor (s. *WKAS* I 518 b 9 ff.).

Ähnliches gilt auch für die Nemesiosübersetzung, die nicht nur Auslassungen gegenüber dem griechisch erhaltenen Text, sondern auch Zuzätze (z.B. p. 555,13) zu ihm enthält. Dem arabischen Übersetzer muß also eine andere Textfassung vorgelegen haben. Der Wortschatz dieser Übersetzung weicht tatsächlich in vielem von der Fachterminologie ab, die sich später durchgesetzt hat. Aber bedeutet Andersartigkeit zugleich höheres Alter? Eine Konstruktion wie *mina l-arbaᶜi ṭ-ṭabā'iᶜi* p. 568,5 ist spät, vgl. Wright *Grammar* II p. 244. Das Wort *kaymūsun* (568,6; 569,6; 617,4) ist meines Wissens nicht vor dem 9. Jhdt. belegt, s. WKAS I 510 a 45 ff. Ebenso deutet das Vorkommen des Wortes *laḥnun* in der Bedeutung "Melodie" p. 551,7 ff. und 552.1 auf eine

sachkundiges Urteil bewiesen. Ihre unprätentiöse Darstellung hebt sich w
tuend von den verworrenen Gedanken ab, die F. Sezgin, *GAS* IV pp. 77
über Apollonios von Tyana geäußert hat.

Es ist nicht zu erwarten, daß angesichts der Überlieferungslage und
Schwierigkeiten des Textes selbst alle philologischen und sprachlichen Pro
me mit dieser Erstedition schon gelöst seien. Ich möchte im folgenden
einige Dinge aufmerksam machen: p. 154,6 hat *M* richtig *mal'āna*, währ
die Herausgeberin das falsche *mal'ānan* in den Text gesetzt hat. Ebenso
p. 362,8 und 369,2 *mal'āna* zu lesen. p. 323 ult. f.: Die Lesung *labbatu l-ḥa*
ist ausgeschlossen, s. *Wörterbuch der Klassischen arabischen Sprache*, hierun
WKAS, II 84 b 18 ff. Das richtige *lubbu l-ḥabbi* (vgl. *WKAS* II 82 b 8 ff.) w
allerdings nur durch eine Handschrift der Rezension *B* gestützt. Jedoch kom
lubbun auch p. 368,7 vor. Das folgende *dhū l-ʿaṣfi* ist syntaktisch nicht mögl
Man müßte *dhī* lesen wie in Zeile 7. Es ist unverständlich, warum die Edito
p. 324,3 das sinnlose *thamaratun wa-* in den Text gesetzt hat, obwohl es in
Leithandschrift *M* fehlt. Vgl. die Parallele in 325,2. p. 368,1: Statt *fa-raqi*
das durch keine Handschrift gestützt wird, ist der Dual *fa-raqiyā* zu les
p. 487,4: Aus syntaktischen Gründen ist M zu folgen und zu lesen: *ḥattā y*
dima r-rāmī l-marmā bihī. p. 551,7: Für Dikaiarchos ist die verunstaltete Fo
Dīnarkūs im Text beibehalten, aber p. 586,3 ist die verunstaltete Form
Zaʿar in den Apparat verwiesen und nach dem Griechischen *Jālīnūs* em
diert, obwohl paläographisch kein Übergang zwischen den beiden Schriftzü
besteht. Andererseits ist p. 575,2 *Hirmis al-muthallath bi-l-ḥikma* beibehalt
obwohl der griechische Text "Aristoteles" hat. p. 564 paen.: Es ist ni
gerechtfertigt, nach dem Griechischen "Ammonios, der Lehrer des Plotin
zu schreiben, wenn im arabischen Text "Balakhus, der Lehrer des Ammoni
steht.

Sprachfehler im Text: p. 69,4: Statt *al-lā-shay'u* lies *al-lā-shay'a*. p. 13
Statt *Ifrīqiyya* lies *Ifrīqiya*. p. 237,5: Statt *wa-nafyu* lies *wa-nafyi*. p. 28
Statt *muzdawajatun* lies *muzdawijatun*. p. 379 paen.: Statt *bāqilā* lies *bāqi*
p. 538,2 und 558,3 und 577,12: Statt *wa-lākinna* lies *wa-lākin*. p. 569,3: St
tartībuhū lies *tarbiyatuhū* (entspr. *auxanesthai*). p. 596,1: Statt *mudaḥri*
lies *mudaḥrajan*. p. 605,2: Statt *adaba s-sū'i* lies *adaba s-sau'i*. p. 630,
Statt *madḥatun* lies *midḥatun*.

Wertvoll ist das Glossar (pp. 637-702), das den Wortschatz aller edier
Texte umfaßt, aber nicht vollständig ist. Es fehlen zum Beispiel die Wö
muṭma'innun p. 7,7, *ʿaṣfun* p. 324,1.7 und *aḥrā li-* p. 599,4. Bei den Ver
sind leider keine Rektionen angegeben, jedoch sind Synonyme notiert, z
unter *ghamāmun* ist auf *saḥābun* und *ghaymun*, unter *māddatun* ist auf *jau*
run und *hayūlā* verwiesen. p. 690 f. ist die alphabetische Anordnung bei *ladh*
und *mutalaqqifun* verkehrt.

Das Glossar enthält auch eine Anzahl von Sprachfehlern: p. 637 b: l

Dabei war *M* die Leithandschrift. Jedoch sind auch Zusätze aus der Rezension *B* aufgenommen, die dann durch Einrücken und einen senkrechten Strich gekennzeichnet sind. Die Rezension *A* hält Frau Weisser für im wesentlichen identisch mit der Übersetzung einer postulierten griechischen Vorlage, jedoch gibt es keine Beweise oder wirklichen Indizien für die Annahme, daß ein solches griechisches, jetzt verlorenes Original je existiert habe. Die Übersetzung sei früh und gehöre "wohl noch dem 8. Jhdt. an". Das zeige vor allem die Wortwahl, die sich stark von der Fachterminologie unterscheidet, welche sich erst im 9. Jhdt. herausgebildet hat und welche auch im *Corpus Gabirianum* verwendet wird. Die Herausgeberin (p. 21) bekennt sich damit zu der Datierung der Jābirschriften, wie sie Kraus vorgenommen hat, nicht zu der Frühdatierung, auf die sich Herr Sezgin kapriziert hat. Nebenbei sei angemerkt, daß der als Übersetzer oder Interpret des Textes genannte Sajiyus an-Nabulusi nicht gar so unbekannt ist, wie Frau Weisser p. 2 behauptet. Er wird auch als Verfasser eines Buches über den Theriak zur Behandlung von durch giftige Tiere verursachten Bißwunden genannt, s. mein Buch *Die Natur- und Geheimwissenschaften im Islam* p. 172 Anm. 1. (Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums, hierunten GAS*, IV 85, setzt Sajiyus mit Sergios von Reshᶜayna, gest. 536, gleich und glaubt, daß Sergios das "Geheimnis der Schöpfung" aus dem Griechischen ins Syrische übersetzt habe).

Die Überarbeitung, also Rezension *B*, soll zur Zeit al-Ma'mūn's (reg. 813-833) entstanden sein. Jedoch konzediert Frau Weisser selbst (p. 25), daß diese These kaum zu beweisen ist. Rezension *B* enthält als Einschub in Buch V ("Über die Tiere") den größten Teil der Schrift *De natura hominis* des Nemesios von Emesa. Dieser Textteil ist eigens pp. 537-632 ediert. In margine ist die Pagination der griechischen Edition von Christian Friedrich Matthaei, Halle 1802, angegeben, was die Benutzung und das Verständnis des arabischen Textes wesentlich erleichtert. Vielleicht wäre es jedoch gut gewesen, wenn diese Nemesios-Übersetzung in einer gesonderten Publikation synoptisch mit der zweiten arabischen Nemesios-Übersetzung ediert worden wäre. Diese ist in vier Handschriften erhalten; sie soll von Ishaq ibn Hunayn stammen und läuft meist unter dem Namen des Gregorios von Nyssa (s. Simone van Riet; *Stoicorum Veterum Fragmenta Arabica.* A propos de Némésius d'Émèse, in: Mélanges d'Islamologie. Volume dédié à la mémoire de Armand Abel, édité par Pierre Salmon, Vol. I, Leiden 1974, pp. 254-263). Die Handschrift Madrid enthält auf foll. 83a - 86b, zwischen Buch IV und V eingeschoben, einen Zusatz unter dem Titel *Min Kitāb al-Khilqa*, der sicher nicht zum ursprünglichen Textbestand gehört hat, der aber auch in der lateinischen Version des Hugo Sanctalliensis mitenthalten ist. Dieser Text ist als "Appendix I" auf pp. 527-535 ebenfalls gesondert ediert.

Bei der Recensio der Handschriften und der Entflechtung dieser schwierigen Überlieferungsprobleme hat Frau Weisser ein nüchternes, kritisches und

Book Review

Ursula Weisser (Editor). *Buch über das Geheimnis der Schöpfung und die Darstellung der Natur (Buch der Ursachen) von Pseudo-Apollonios von Tyana* (Sources and Studies in the History of Arabic-Islamic Science, Natural Science Series 1). Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, 1979. 66 + 702 pp. $15.

Das *Kitab Sirr al-khalīqa* ist zuerst von Silvestre de Sacy bekanntgemacht worden, der 1799 Proben veröffentlicht und den Autorennamen Balīnās richtig als Apollonios von Tyana gedeutet hatte. Später hatte sich Julius Ruska in seinem Buch *Tabula Smaragdina* (Heidelberg, 1926) eingehend mit dem Werk beschäftigt, und 1942 hatte Paul Kraus in seiner großen Studie über Jābir ibn Ḥayyān den Nachweis geführt, daß das *Buch über die Natur des Menschen* von Nemesios von Emesa eine der Quellen des Werkes war. Kraus hatte auch die Ansicht vertreten, daß das *Sirr al-khalīqa* als ein Kommentar zur *Tabula Smaragdina* zu verstehen sei, die ihren Platz am Ende des Werkes hat. Aber Ursula Weisser hat in ihrem Aufsatz "Hellenistische Offenbarungsmotive" (*Journal for the History of Arabic Science*, 2 (1978), 101-125) meines Erachtens überzeugend nachgewiesen, daß von einem Kommentar nicht die Rede sein kann.

Eine Edition des Werkes hatte H. S. Nyberg geplant, aber er konnte dieses Projekt nicht verwirklichen. Mit dem hier angezeigten Buch liegt nun die Erstausgabe des *Sirr al-khalīqa* vor, die es der Forschung gestattet, unabhängig vom zufälligen Zugang zu einer Handschrift, den Text zu studieren. Die Herausgeberin hat eine immense Arbeit geleistet, die ihr den Dank aller an der Geschichte der arabischen Naturwissenschaft und Philosophie Interessierten sichert. Die Kalligraphie der Edition sei mit einem besonderen Worte der Anerkennung hervorgehoben.

Die handschriftliche Uberlieferung des *Sirr al-khalīqa* ist sehr kompliziert. Von den 30 - 40 Codices, die heute noch erhalten sind, hat Frau Weisser 17 ganz oder teilweise benutzen können (Zu der Handschrift Tunis, Ahmadiyya 4790 vgl. Franz Rosenthal, *Journal of the American Oriental Society*, 99 (1979), 91). Sie verteilen sich auf zwei Hauptrezensionen. Die Rezension A (vier Mss.) ist die älteste Textstufe, die Rezension B (elf Mss.) ist eine aus A hervorgegangene erweiterte Bearbeitung (Von der Epitome können wir hier absehen). Als Ergebnis der Untersuchung der Handschriften sind vier relevante Codices verblieben: *M* (Madrid) und *L* (Leipzig) für die Rezension *A*, *P* (Paris) und *K* (Istanbul, Köprülü) für die Rezension *B*. Die Edition hat zum Ziel, auf Grund der vier Textzeugen den Archetyp der Rezension *A* zu rekonstruieren.

28	31	20	37	12	43	4
3	27	30	19	36	11	49
48	2	26	29	18	42	10
9	47	1	25	35	17	41
40	8	46	7	24	34	16
15	39	14	45	6	23	33
32	21	38	13	44	5	22

Fig. 2

7	3	24	15	11
20	16	12	8	4
13	9		21	17
1	22	18	14	5
19	10	6	2	23

Fig. 3

Fig. 1

Continue the procedure exactly as before, except that when each broken diagonal is completed the jump is now vertically upward, not horizontal. The last entry, n^2, will appear in the right-hand cell just under the corner.

The reader may verify for himself that Figure 2 is indeed a magic square of order 7, $(k=3)$, and that its elements are yielded by the technique just described.

The text gives no proof. However, the anonymous author of the manuscript realizes that the solution is not unique. He exhibits the curious hollow square of Figure 3 having the middle cell blank. In it all rows, columns, and diagonals add up to 60. He makes some inconclusive remarks about magic squares of order four, exhibiting one, as well as a square of order six.

Magic Squares in an Arabic Manuscript

A. S. SAIDAN*

THIS NOTE DESCRIBES a method of constructing magic squares of odd order. It was found on the last pages of MS StoweOr. 10 (OMPB 7554) of the British Library (British Museum, London), following two fourteenth century arithmetical treatises by al-Umawī al-Andalusī, Yaᶜīsh ibn Ibrāhīm. The pages give no indication of authorship or date, although they mention the thirteenth century occultist (Abū al-ᶜAbbās Aḥmad) al-Būnī.[1] There is a considerable literature on Arabic magic squares,[2] but it is inaccessible to the present writer. Hence he can draw no historical inferences from the material presented below.

Consider the square array of Figure 1, having $n = 2k + 1$ cells (k a natural number) on a side. It is desired to place one number of the set $\{1,2,3,\ldots, n^2\}$ in each of the cells, in such fashion that the sum of the elements in each row, column, and each of the two main diagonals shall be $n(n^2+1)/2$. (The algebraic symbols are, of course, modern).

n being odd, the square has a middle cell. Place the number 1 immediately to its left, as shown in Figure 1. Then proceed, writing 2,3,4,... in successive cells upward along the diagonal containing 1. The edge of the square will be reached at k as shown. The process may be continued, however, if the left and right sides of the square are regarded as having been brought together, and the upper and lower sides also. It is as though the square were mapped on the surface of a torus (a ring). Thus the broken diagonal continues with the placement of $k+1$ in the upper righthand cell. Now the diagonal runs off the upper edge, but it reappears with $k+2$ in the bottom cell next to the left-hand corner. Continue diagonally upward until the diagonal is completed with n in the cell just under the middle cell. Now start a second diagonal by a making a leftward horizontal jump, skipping one cell, to place $n+1$ as shown. Complete this diagonal at $2n$, and make a second jump, to $2n+1$. Continue the process until the cell in the upper left-hand corner received the entry $(k+1)n$. Now the jump is different. It is from the corner to the cell just above the middle, which receives the next number of the sequence, $(k+1)n+1$.

*Dean, University College, Arab Institute, Jerusalem.

1. Author of *Al-Durr al-manẓūm fī ᶜilm al-awfāq wa al-nujūm* (Cairo, n.d.), *Shams al-maᶜārif wa laṭā'if al-ᶜawārif* (Cairo, 1291 H.).

2. See the bibliographies in, e.g., Heinrich Hermelink, "Die ältesten magischen Quadrate höherer Ordnung und ihre Bildungsweise", *Sudhoffs Archiv*, 42 (1958), 199-217, and N. L. Biggs, "The Roots of Combinatorics", *Historia Mathematica*, 6 (1979), 109-136.

Price: D. J. de Solla Price, "Astronomy's Past Preserved at Jaipur", *Natural History*, 73:6 (1964), 48-53.

Sayili: A. Sayili, *The Observatory in Islam* (Ankara: Turkish Historical Society, 1960).

Sezgin: F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Vol. 5: Mathematics, and Vol. 6: Astronomy, (Leiden: E. J. Brill, 1975 and 1978).

Storey: C. A. Storey, *Persian Literature: a Bio-Bibliographical Survey*, (Vol. II, London: Luzac and Co., 1958).

Suter: H. Suter, "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke", *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, 10 (1900), and "Nachträge und Berichtigungen", *ibid.*, 14 (1902), 157-185.

|andī's Persian *Risāla-i-hay'a* (see *Storey*, no. 121), the relation of which to al-Ṭūsī's *Tadhkira* ıains to be established.

18. Nayanasukhopādhyāya's translation of Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī's recension the *Sphaerica* of Theodosius: 44.

References: *CESS*, A3, 132a, and A4.

19. *Yantrarājarisala bisa bāba*, a translation of Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī's trea-ıe on the use of the astrolabe: 42.

References: *CESS*, A3, 145a, and A4.

20. *Virodhamardanagrantha*, a work in Marāṭhī composed by Yajnesvara ınakara Jyotirvit in 1837 and based on the *Zīj-i-Khāqānī* (see no. 10 above): ı5 (16 fols.), unique?

Bibliography and Bibliographical Abbreviations

nsari: S. R. M. Ansari, "Astronomical Activity in Medieval India", *Proceedings of the International Symposium on the Observatories in Islam* (Istanbul, 1977), to appear.

hura: G. N. Bahura, *Catalogue of Manuscripts in the Maharaja of Jaipur Museum* (Jaipur, 1971).

ınpied: W. A. Blanpied, "The Astronomical Program of Raja Sawai Jai Singh II and Its Historical Context", *Japanese Studies in the History of Science*, no. 13 (1974), pp. 87-126.

ilot: D. J. Boilot, "L'Oeuvre d'al-Bērūnī: Essai bibliographique", *Mélanges de l'Institut Dominicain d'études orientales du Caire*, 2 (1955), 161-255, and "Corrigenda et Addenda", *ibid.*, 3 (1956), 391-396.

ockelmann: C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur*, 2 vols., 2nd ed., (Leiden: E. J. Brill, 1943-49), and Supplementbände, 3 vols., (Leiden: E. J. Brill, 1937-42).

ESS: D. Pingree, *Census of the Exact Sciences in Sanskrit*, Series A, vols. 1-4, *Memoirs of the American Philosophical Society*, vols. 81, 86, and 111 (vol. 4 is in press).

s: A. K. Das, "*Maharaja Sawai Jai Singh and His City*", lithographed on the occasion of the 250th anniversary of the city of Jaipur.

SB: *Dictionary of Scientific Biography*, 15 vols., (New York: Charles Scribne's Sons, 1970-78).

ye: G. R. Kaye, *The Astronomical Observatories of Jai Singh*, Archaeological Survey of India, New Imperial Series, vol. XL, Calcutta, 1918.

nnedy: E. S. Kennedy, "A Survey of Islamic Astronomical Tables", *Transactions of the American Philosophical Society*, N.S., 46:2 (1956), pp. 123-177.

ng: D. A. King, *A Catalogue of the Scientific Manuscripts in the Egyptian National Library* (in Arabic), Cairo: General Egyptian Book Organization (in press), and *A Survey of the Scientific Manuscripts in the Egyptian National Library* (in English), to appear.

ause: M. Krause, "Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker", *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik*, Abt. B, 3:4 (1936), pp. 437-532.

gree: D. Pingree, "Islamic Astronomy in Sanskrit", *Journal for the History of Arabic Science*, 2 (1978), 315-330.

ngree: See also *CESS*.

References: *Storey*, no. 104; *Kennedy*, no. 12. On the Arabic versions of this *zīj* see also *Brockelmann*, II, pp. 275-276 and SII, p. 298. Only the Persian introduction of the *Zīj* of Ulugh Beg and the star catalogue have been published; for a brief survey of the remaining tables, which merit detailed study, see *Kennedy*, pp. 166-167.

12. The Persian *Zīj-i Shāhjahānī* compiled in Delhi by Farīd al-Dīn Masᶜūd ibn Ibrāhīm al-Dihlawī: 12 (438 fols., copied *ca.* 1800), and 14 (328 fols., copied *ca.* 1700, acquired 1725). In the second copy, the *zīj* is followed by an incomplete sexagesimal multiplication table (on which see *Historia Mathematica*, 1 (1974), 317-323, and 6 (1979), 405-417), and an incomplete table for computing the *mizāj* of the moon.

References: *Storey*, no. 133; and *Kennedy*, no. X204. The *Shāhjahānī Zīj* has, as far as I know, never been studied, and merits investigation.

13. The Persian *Zīj-i Muḥammad Shāhī* of Jai Singh: 4 (*ca.* 150 fols., copied *ca.* 1800??), and 8 (222 fols., copied *ca.* 1800).

References: *Storey*, no. 144; *Kennedy*, no. X203. Another copy which I have come across that is not listed in *Storey* is MS Aligarh University Library 30. Kaye, writing in 1918, implies that he was unable to locate a Persian copy of this *zīj* in Jaipur (*Kaye*, p. 7). The *zīj* of Jai Singh is unpublished, although much has been written on Jai Singh's astronomical activity (see *Storey* for references).

Sanskrit Translations of Islamic Works

For the sake of completeness I list the following manuscripts of Sanskrit versions of Islamic astronomical works, for which I have relied mainly on the handlist of the collection prepared by Dr. Asok Das and on Dr. David Pingree's survey of Islamic astronomical works in Sanskrit translation (see *Das* and *Pingree* in the bibliography). Other Sanskrit astronomical manuscripts are preserved in the Library, and also some European books on astronomy: see further *Das*. The Sanskrit manuscripts are listed in *Bahura* and are classified in D. Pingree's *Census of the Exact Sciences in Sanskrit* (see *CESS* for a full reference). Dr. Pingree kindly provided me with the information on the works numbered 18, 19, and 20 below.

14. *Zīj* of Nityānanda: 23 (443 pp.).

References: *Das*, p. 7, no. 127; *Pingree*, pp. 323-326.

15. *Hayatagrantha*: 24 (*ca.* 50 fols.)

References: *Das*, p. 6, no. 112; *Pingree*, pp. 326-328.

16. An extract from the tables in what is apparently a Sanskrit version of the *Zīj-i Ulugh Beg*: 45 (*ca.* 100 fols.).

References: *Das*, p. 7, no. 115; *Pingree*, p. 326.

17. Nayanasukhopādhyāya's translation of what purports to be Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī's *Tadhkira* in the commentary of al-Birjandī: 46 (*ca.* 60 fols.) (unique?).

References: *Das*, p. 6, no. 114; *Pingree*, p. 328. This work remains to be studied. For al-Birjandī on the *Tadhkira* see *Brockelmann*, SI, p. 931. This Sanskrit work is more probably a translation of al-

3. The Arabic treatise on the rainbow and lunar halo by Ibn al-Haytham: 17,2 (8 fols. in the same hand as 17,1 – see no. 2 above).

References: On Ibn al-Haytham see 2 above. On this treatise see *Krause*, no. 204(19) and *Brockelmann*, SI, p. 853. The only other known copy of this work appears to be the Istanbul copy listed by Krause.

4. The Persian version of *al-Tafhīm li-awā'il ṣināᶜat al-tanjīm* by Abu'l-Rayḥān al-Bīrūnī: 7 (*ca.* 150 fols., copied *ca.* 1300, acquired 1725, fine copy).

References: *Storey*, no. 80; *Boilot*, no. 73. On Bīrūnī see also the article by E. S. Kennedy in *DSB*.

5. The Arabic commentary by Qāḍīzāda al-Rūmī on the treatise on theoretical astronomy entitled *al-Mulakhkhaṣ fi'l-hay'a* by Maḥmūd ibn ᶜUmar al-Jaghmīnī: 18 (106 fols., copied *ca.* 1600, acquired 1725).

References: On al-Jaghmīnī see *Suter*, no. 403; *Krause*, no. 403; *Brockelmann*, I, pp. 624-625, and SI, p. 865, and *Storey*, no. 88. The *Mulakhkhas* was compiled in 618H = 1221 (*contra Sezgin*, V, p. 115). On Qāḍīzāda see *Suter*, no. 430; *Brockelmann*, II, p. 275, *etc.*

6. The Arabic commentary by al-Nīsāpūrī on the treatise on theoretical astronomy entitled *al-Tadhkira* by Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī: 21 (250 fols., copied *ca.* 1600), and 22 (*ca.* 120 fols., copied *ca.* 1600, acquired 1725).

References: On al-Ṭusī see *Suter*, no. 368; *Krause*, no. 368; *Brockelmann*, I, pp. 670-676 and SI, pp. 924-933; *Storey*, nos. 10 and 91; and the article in *DSB* by S.H. Nasr. The *Tadhkira* is currently being investigated in detail by J. Rajeb of Harvard University. On al-Nīsāpūrī see *Suter*, no. 395, *Brockelmann*, II, p. 256 and SII, p. 273.

7. The Arabic commentary by ᶜAlī al-Birjandī on the treatise on arithmetic called *al-Shamsīya* by al-Nīsāpūrī: 10 (197 fols., copied 924H = 1518, acquired in 1725).

References: On al-Nīsāpūrī see 6 above. On ᶜAlī Birjandī see *Suter*, no. 456; and *Storey*, no. 121. Other copies of this commentary are listed in *Brockelmann*, SII, p. 273 (to which add MS Princeton Mach 4800).

8. The Persian astrological treatise *Lawā'iḥ al-qamar* by Ḥusayn ibn ᶜAlī al-Bayhaqī al-Kāshifī: 91 (*ca.* 100 fols., copied *ca.* 1600, acquired 1725).

References: *Storey*, no. 116.

9. An unidentified anonymous Persian work on astrology: 2 (*ca.* 150 fols., copied *ca.* 1700). The author quotes Dorotheos frequently. Incipit: ...

دلیلها هفت ستاره بر مولودها

References: This manuscript is not listed in *Das*. No Persian astrological works based on Dorotheos are listed in *Storey*.

10. The Persian *Zīj-i Khāqānī* of Ghiyāth al-Dīn al-Kāshī: 9 (184 pp., copied *ca.* 1600, acquired 1728, fair copy, diagrams unlabelled).

References: *Storey*, nos. 104 and 105; *Kennedy*, no. 20. On al-Kāshī see also the article in *DSB* by A. P. Youschkevitch and B. A. Rosenfeld. An edition and translation of the *Khāqānī Zīj* is currently being prepared by E. S. Kennedy.

11. The Persian *Zīj-i Sulṭānī* of Ulugh Beg: 11 (*ca.* 195 fols., copied *ca.* 1500, fair copy), plus Persian commentaries by ᶜAlī Birjandī: 5 (*ca.* 200 fols., 1015H), and Mollā Chānd: 6 (*ca.* 250 fols., copied *ca.* 1600, acquired 1725).

work represented I give only the most basic information, such as title and author, together with the accession number, number of folios, and date of copying (Hijra/Christian calendar), as well as the date of acquisition where this is available.[3] All of the authors and their works are well known to the history of Islamic science. The references given below, particularly those to the surveys of Arabic literature by C. Brockelmann and F. Sezgin and the survey of Persian literature by C. A. Storey, will guide the reader to other manuscripts of the same works preserved in other libraries.[4]

3. Since these are given in Sanskrit, I have relied on *Das* for this information.

4. The standard reference works on the sources for Islamic science are *Sezgin* (covering the period up till the mid-eleventh century); and *Suter* and *Brockelmann* (still the main sources for the later period); and *Storey* (for Persian works). Additional information on scientific manuscripts in Istanbul and Cairo is given in *Krause* and *King*, respectively. A survey of the Islamic astronomical handbooks known as *zījes* is in *Kennedy*.

Acknowledgements

My research in India in September and October 1978 was sponsored by the Foreign Currency Program of the Smithsonian Institution, Washington, D.C. This support is gratefully acknowledged.

It is a pleasure to thank Dr. Asok Kumar Das, Director of the Maharaja Sawai Mansingh II Museum in the City Palace of Jaipur, for affording me every possible assistance in the Library of the Museum, and also Mr. Yaduendra Sahai, conservationist at the Museum, for ensuring that not a minute of my short visit to the Library was wasted.

List of manuscripts

1. The Arabic version by Thābit ibn Qurra of Ptolemy's *Almagest*: 20 (*ca.* 150 fols., copied *ca.* 1600, breaks off after the beginning of the sixth *maqāla*), and the Arabic recension of Ptolemy's *Almagest* by Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī: 19 (97 pp., copied *ca.* 1500, acquired 1725).

References: *Sezgin*, VI, pp. 89 and 93.

2. An anonymous Arabic commentary on the *Kitāb al-Manāẓir* (*Optics*) of Ibn al-Haytham, actually the *Tanqīḥ al-manāẓir* by Kamāl al-Dīn al-Fārisī: 17,1 (*ca.* 150 fols., copied 1070H = 1659-60, checked 1079H = 1668-69, acquired 1725, clear *naskhī* script with carefully-drawn diagrams). The manuscript appears to have been copied by Abū Muḥammad Samānī (?) for al-Shāh Qiyād ibn ʿAbd al-Jalīl al-Ḥārithī al-Badakhshī known as Diyānthiḥān(?).

References: On Ibn al-Haytham and his *Optics* see the article by A. I. Sabra in *DSB* and the references there cited. Prof. Sabra is currently completing an edition of this work. On Kamāl al-Dīn al-Fārisī see the article by R. Rashed in *DSB*, and on the available manuscripts of the *Tanqīḥ* see *Brockelmann*, I, p. 619 and SI, p. 853, and *Krause*, no. 389.

NOTES AND COMMENTS

A Handlist of the Arabic and Persian Astronomical Manuscripts in the Maharaja Mansingh II Library in Jaipur

DAVID A. KING*

THE MAHARAJA JAI SINGH (d. 1743) is well known to the history of science as the founder of the stone observatories of northern India, of which the most spectacular is in the "pink city" of Jaipur.[1] Having convinced his patron, the Emperor Muḥammad Shāh, of the inaccuracy of the current ephemerides, computed with the *zījes* of Ulugh Beg and al-Kāshī (*ca.* 1425) of Samarqand and with the Indian recensions of the *zīj* of Ulugh Beg made by Mullā Chānd (*ca.* 1600) in the reign of Akbar, and by Mullā Farīd al-Dīn (*ca.* 1630) in the reign of Shāhjahān, Jai Singh was ordered to undertake new observations with the help of Muslim, Brahman, and European astronomers. Besides constructing the observatories, Jai Singh collected manuscripts of Sanskrit, Persian, and Arabic astronomical works, as well as printed books from Europe. Some of these, surely only a fraction of his original collection, are still preserved in the library adjacent to the observatory in Jaipur, although not all of them date from the time of Jai Singh, notably the two manuscripts of his own *zīj*.

The purpose of this note is simply to identify the Arabic and Persian astronomical manuscripts preserved in the Library.[2] The manuscripts mentioned below add little to the corpus of material available for the further study of the history of Islamic astronomy in general, but are of interest in that they illustrate the kind of works that were being studied in Turkey, Iran, and India in the seventeenth, eighteenth, and nineteenth centuries. For each

* Department of Near Eastern Languages and Literature, Faculty of Arts and Sciences, New York University, 50 Washington Square South, New York NY 10003, U.S.A.

1. On Jai Singh's astronomical activities see in the appended bibliography, for example, *Kaye*; *Sayili*, pp. 359-361; *Blanpied*; and *Price*. For an overview of Mogul astronomy see *Ansari*. On the translation of Islamic works into Sanskrit see *Pingree*.

2. A list of the holdings of the Maharaja's Museum and Library, including most but not all of various Sanskrit, Islamic, and European astronomical works, is contained in *Das*. I have not been able to consult *Bahura*, which apparently lists only Sanskrit manuscripts.

that analemma methods of determining the direction of the *qibla* constitu a non-trigonometric approach to the solution of an improtant problem. ' have presented evidence to show al-Bīrūnī's dependence on the analemma Ḥabash al-Ḥāsib, and have shown that the triangle basic to al-Bīrūnī's det mination of the local meridian by one shadow is congruent to the one tl plays the most important role in Ibn al-Haytham's determination of the a muth of the *qibla*.

Bibliography

1. Al-Bīrūnī, Abū'l-Rayḥān, "*The Determination of the Coordinates of Cities*" (tr. J. Ali), (B American University of Beirut, 1967).
2. Al-Bīrūnī, Abū'l-Rayḥān, *Al-Qānūn al-Masᶜūdī* (Hyderabad-Dn: Osmania Oriental Publica Bureau, 1955).
3. Kennedy, E. S., "Al-Bīrūnī on Determining the Meridian", *The Mathematics Teacher*, LVI, 8 ((1963), 635-37.
4. Kennedy, E. S., *A Commentary upon Bīrūnī's Kitāb Taḥdīd al-Amākin* (Beirut: American Uni sity of Beirut, 1973).
5. Kennedy, E. S. and Yusuf ᶜId, "A Letter of al-Bīrūnī: Ḥabash al-Ḥāsib's Analemma for Qibla", *Historia Mathematica*, 1 (1974), 3-11.
6. King, David, Article "*Kibla*" in *Encyclopedia of Islam* (2nd Edition), Vol. III, (Leiden: I Brill, 1979), pp. 83-88.
7. King, David, *The Astronomical Works of Ibn Yūnus* (Unpublished Ph.D. Dissertation: Yale Uni sity, 1972).
8. Samsó, J., Article "Manṣūr ibn ᶜAlī ibn ᶜIrāq" in *Dictionary of Scientific Biography*, vol. (New York: Charles Scribner's Sons, 1975), pp. 83-85.
9. Schoy, C., "Abh. des al-Ḥasan ibn al-Haytham (Alhazen) über die Bestimmung der Richtun Qibla", *Zeitschr der Deutschen Morg. Gesell.*, 75 (1921), 242-53.
10. Schoy, C., Article "Kibla" in *Encyclopedia of Islam* (First Edition), Vol. II, (Leiden: E. J. E 1913-34), pp. 987-89.
11. Schoy, C., *Die trigonometrischen Lehren des persischen Astronomen Abu'l-Raiḥan al-Bīrūnī* (H ver, 1927), pp. 70-71.
12. Suter, H., "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke", *Abh. zur Gesch der math. Wissenschaften* ...., X. Heft, Leipzig, 1900.
13. Wieber, R., "Eine Methode Bīrūnīs zur Bestimmung der Qibla durch Konstruction aus Masᶜūdischen Qānūn (V Maqāla, Kap. 6)", *Zeitschr. der Deutschen Morg. Gesell.*, S III, 1 (1977), 625-27.

:E′ where E' is the zenith of Mecca. If the great circle RE' cuts the equator .t N then $\widehat{AN} = \Delta\lambda$. From E' drop $E'F \perp CK$ and from F drop $FS \perp BH$. Finally draw SE'. He observes $FS \| XH$, the plane SFE' is parallel to the plane XYH, and so the plane of $\Delta SFE'$ is parallel to the horizon plane and BH is perpendicular to both. Thus the altitude circle of Mecca, $BE'\Sigma$, cuts the plane of $\Delta SFE'$ and the horizon in two parallel lines, i.e. $SE' \| H\Sigma$. He has already observed $FS \| XH$ and so $\sphericalangle FSE' = \sphericalangle XH\Sigma$ = the angle of the *inhiraf*; but, $\sphericalangle FSE'$ is the angle we drew in the first figure.

He goes on to give the exact correspondences between the points, arcs, and segments on and in the sphere and those on his working diagram, our Figure 6, in order to show that indeed $\sphericalangle FSE' = \sphericalangle FSE$, which we drew in Figure 5. Since they are sufficiently evident on comparing Figures 5 and 6 we shall not give them, though we have used arrows and dotted lines in Figure 6 to indicate, starting with C, how Ibn al-Haytham might have thought of drawing the arcs and lines to locate F on the line CK.

What we shall do instead is to discuss the triangle that Ibn al-Haytham transfers to the working plane. In [10, p. 988] Schoy described it as "the triangle pole-Mecca-place" but this is wrong. Rather the triangle is congruent to the one obtained by al-Bīrūnī in his determination of the local meridian from one shadow observation and described in [3, esp. page 637]. Indeed the segment $FS = MQ$ is the *argument of azimuth* (*ḥiṣṣat al-samt*) a standard term in the Islamic astronomical literature.

That al-Bīrūnī and Ibn al-Haytham should use precisely the same triangle to solve two seemingly different problems is not surprising. In fact, a *qibla* technique frequently described in the literature is to wait until the latitude of the sun coincides with that of Mecca (so the sun will be on the day circle of Mecca) and then wait until it is noon in Mecca (which involves knowing $\Delta\lambda$). At that instant the gnomon shadow will be pointing 180° away from the direction of Mecca. Thus the problem of determining the direction of Mecca is equivalent to the following problem: Given the solar declination and the time of day find the direction of the gnomon's shadow from the cardinal directions. Al-Bīrūnī's problem is: Given solar declination and local latitude, find the cardinal directions from the direction and length of a gnomon's shadow.

It is also clear from the description of Ibn al-Haytham's analemma how unlike it is to the three previous analemmas we discussed. The most outstanding difference is that all of the other three determine the direction of the *qibla* by constructing the projection of the zenith of Mecca onto the local horizon and then joining this point to the locality to yield the angle describing the direction of the *qibla*. Ibn al-Haytham's procedure constructs the angle directly without projecting Mecca's zenith onto the local horizon, but only onto the local meridian.

To summarize, then, our purpose has been to draw attention to the fact

AG and BH. From A on the arc $\widehat{ABG}$ measure off the two arcs $\widehat{AC} = \varphi_M$ and $\widehat{AN} = \Delta\lambda$. Let $RG = \varphi$. Draw $CT \| BH$, $EH = HT$, and $EF \| BH$. On RH measure $KH = CT$, on $KL \perp RH$ take $MK = FH$; drop $MQ \perp BH$ and find S on FG so that $FS = QM$. Then $\sphericalangle ESF$ is the angle the *qibla* makes with the north-south line that is called *inḥirāf al-qibla*. [We have not given Ibn al-Haytham's variations for the case when $FH \leqslant KL$. Suffice it to say he is concerned to show that his method works for all cases].

Ibn al-Haytham's proof, for the case that $\varphi > \varphi_M$, is briefly as follows (see Figure 6, which is adapted from one supplied by Schoy). Let $\widehat{AN}$ be the equator cutting the horizon at Y, and on the local meridian $ACBR$ choose $AC = \varphi_M$, B being the local zenith and R the north celestial pole. Then the day circle of Mecca is the circle through C parallel to the equator, the circle

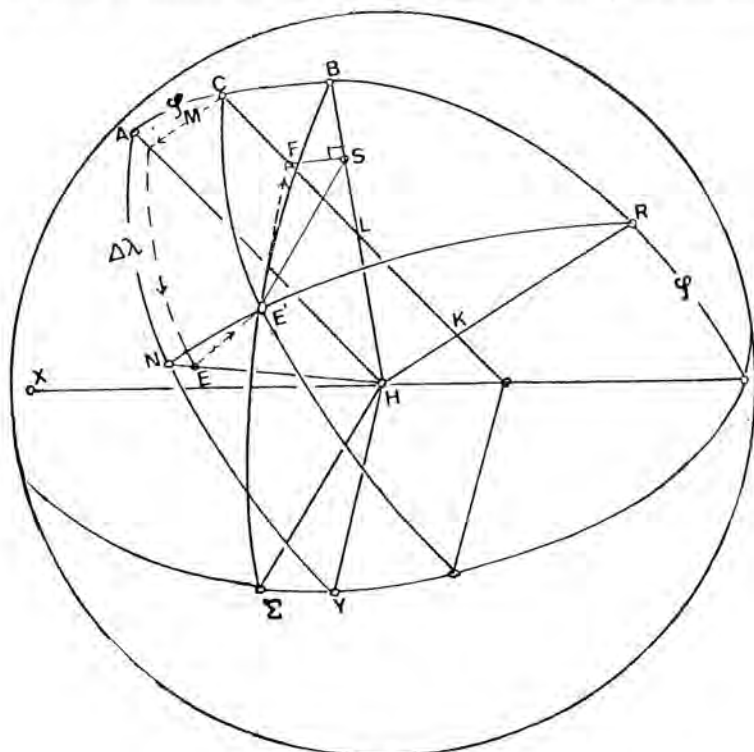


Fig. 6

showed Ḥabash's treatise to Abū Naṣr who supported the method (*qāla bihi*) and gave a proof of it (*aqāma'l-burhān ʿalayhi*) [5, Arabic text, lines 5-7]. We know [8, p. 83] that sometime before 998 Abū Naṣr wrote a treatise, now lost, titled *On Azimuths* (*K. fi'l-sumūt*) which he dedicated to his student al-Bīrūnī so it seems most likely that the incident to which al-Bīrūnī refers took place while Abū Naṣr was gathering material on the *qibla* for his treatise. If this is so, then al-Bīrūnī knew of Ḥabash's analemma more than twenty years before his first use of it in the *Taḥdīd*, completed after 1018.

Having now seen that al-Bīrūnī's two analemma methods are variations on the one of Ḥabash, let us look at one that is not, that of Ibn al-Haytham. The similarity of the three methods comes out very strongly when contrasted to this fourth.

Thus in Figure 5 let ABG be a circle with two perpendicular diameters

Fig. 5

In addition to the strong coincidence between the lines in the two texts up to this point, observe also that the line EZ, which appears in Ḥabash's method, is referred to by al-Bīrūnī in his method and is in Figure 2 as the line EQ. From the above comparison it is plain that al-Bīrūnī modified Ḥabash's procedure in two ways: (1) al-Bīrūnī used the north celestial pole (N) as his base point rather than an extremity (Z) of the celestial equator, which is Ḥabash's starting point, and (2) al-Bīrūnī obtained the representation of the zenith of Mecca in its true position on the rotated day circle, whereas Ḥabash worked entirely with its projection on the local meridian.

We must also observe one final difference between the two procedures, namely that al-Bīrūnī locates the projection of Mecca on the horizon by specifying its distance from the meridian and prime vertical, whereas Ḥabash specifies it in terms of its distance from the locality and from the prime vertical. As a practical matter, al-Bīrūnī's approach will lead to a sharper result since Ḥabash's intersection of a circle with a straight line can be difficult to pinpoint exactly when the angle between the circle and the line is small.

Now let us show that al-Bīrūnī's other analemma method, from his *Taḥdīd*, is also a variation on that of Ḥabash. Since the method is explained completely in [4], we shall only briefly describe its main features and note its similarities to the other two methods. In the way the lines are set out (see Figure 3) its most apparent divergence from Ḥabash's analemma is that the point T, chosen so that $\widehat{TZ} = \Delta\lambda$, is chosen south rather than north of Z. Then, just as with Ḥabash, the radius of the day circle, HM, is measured off as ES (on the southern ET) and O is located on HD by drawing a perpendicular from S' onto HD, whose foot will be O, just as in Ḥabash's procedure. (That both procedures obtain the same O is illustrated in Figure 4 where $\sphericalangle SEK = \sphericalangle S'EK$ ($= \Delta\lambda$), $EK // HD$, and $S'E = SE$. It is easy to show that if $S'O \perp HD$ then S is on $S'O$.) He now locates Y as in the two other procedures.

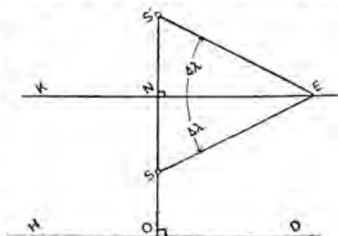


Fig. 4

Next al-Bīrūnī makes the nice observation that $S'N$ is the distance of the zenith of Mecca from the meridian plane. Certainly when one is *told* this it is not hard to see (e. g. supply $SN = SN'$ in Fig. 3 and notice that SN = FO). Now al-Bīrūnī finishes just as he should have finished his other procedure, by measuring off $S'N$ from Y along OY extended, and obtains the projection of the zenith of Mecca onto the local horizon in terms of rectangular coordinates.

The following chronology supports our hypothesis of Ḥabash's method being the source for that of al-Bīrūnī: In his letter to al-Sijzī, al-Bīrūnī says he

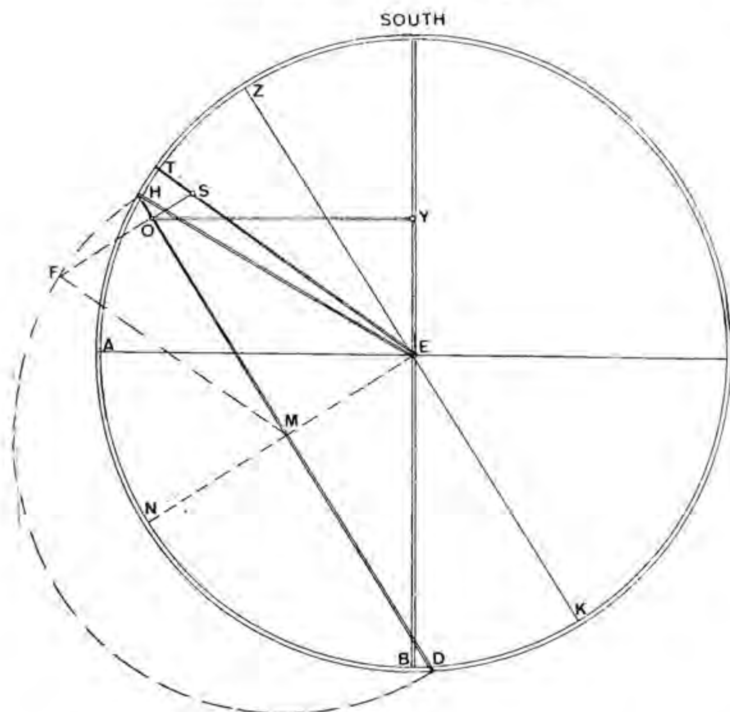


Fig. 3

Ḥabash	*al-Qānūn al-Mas^cūdī*
1. Choose Z so $\widehat{AZ} = \varphi$.	1. Choose N so $\widehat{BN} = \varphi$.
2. Choose H so that $\widehat{ZH} = \varphi_M$.	2. Choose H so $\widehat{NH} = \varphi_M$.
3. Choose T so that $\widehat{ZT} = \Delta\lambda$.	3. Choose T so that $\widehat{NT} = \Delta\lambda$.
4. Draw the day circle of Mecca and call its diameter HD.	4. Same done here.
5. Measure off the radius of the day circle on TE to get SE.	5. Draw the radius of the day circle parallel to ET and call it MF.
6. Draw $SO \perp HD$ onto HD, so O is the projection of the zenith of Mecca on the local meridian.	6. Draw $FO \perp HD$, so O is the projection of the zenith of Mecca on the local meridian.
7. Draw $OY \parallel AE$.	7. Same done here.

ned in his *procedure* as a point on the perpendicular to AG through Y, and in fact al-Bīrūnī's argument here is directed to showing that H' lies on $YO \perp AG$.

Thus with AG as axis rotate the plane of the meridian into the plane of the horizon. Since LY and OY are perpendicular to AG, LY goes onto OY; but $HL || OY$ so the rotation of LY defines a plane that contains H', i.e. H' lies on YO (so we may now refer to H' as O). At this point al-Bīrūnī falters; for, since O is the same distance from the meridian as H, i.e. the distance HL, he need only measure off, on the proper side of AG, a segment $YO = HL$ to obtain O, the image of H. In fact he has even said (lines 15 and 16) that $YO = HL$. However, having thus come in sight of Mecca he now turns away and argues as follows: In the circle $\widehat{ZHD}$ the arc $\widehat{ZH}$ has the property that Sin $\widehat{ZH} = HL$, the desired length. Thus in the circle $\widehat{ACG}$ take an arc $\widehat{AS} = \widehat{ZH}$. Then Sin $\widehat{AS} = HL$; however, an easy argument shows that since the circle $\widehat{ACG}$ is larger than the circle ZHD (unless it is not Mecca whose *qibla* we seek but some locality on the equator) Sin $\widehat{AS} > HL$. Hence $YO > HL$ and al-Bīrūnī's worshipper will be facing either too far east or too far west.

The reader should note that in his German translation Schoy translates 527.20-528.2 as follows (with lettering modified to fit that of Figure 1): "Und wenn wir den Kreis SM mit dem Bogenabstand ZH beschreiben so ist $\frac{1}{2}SM =$ sin arc $AS = HL$. Wir ziehen also $SO || AG$ und machen $YO = LH$ und damit wird der Ort des Punktes O bekannt ...." [1, p. 71].

Evidently Schoy used a different text, one including the phrase "$\frac{1}{2}$ $SM =$" and supporting the reading "wir ziehen ... $YO = LH$". Yet his text at this point gives no better sense than ours since SO, once drawn parallel to AG, will determine YO as something not equal to LH. We will not be at liberty, therefore, to "make $YO = LH$". It seems Schoy only wanted to make a German translation of his text available to his readers and not to present a study of it.

In [13] Wieber derives the expression $sin\ \Delta\lambda \cdot cos\ \varphi_M \cdot R$ for the length of the perpendicular from S to AG, where $R = EA$. In fact since $HZ =$ cos $\varphi_M \cdot Crd \Delta\lambda$, the formula for the length of the perpendicular from S to AG is $Sin\ (arc\ Crd\ (cos\ \varphi_M \cdot Crd\ \Delta\lambda))$ and what Prof. Wieber derived was actually HL. Since Wieber's error cancels that of al-Bīrūnī the trigonometrical formula he derives for the azimuth of the *qibla* is correct; but, this point aside, it is evident that al-Bīrūnī's argument makes no appeal to trigonometry and that it can only mislead the reader to analyse it in trigonometrical terms.

We shall next show that al-Bīrūnī's construction is a modification of that of Ḥabash al-Ḥāsib, as set out in [5], the chief difference being that al-Bīrūnī obtains the zenith of Mecca on its day circle while Ḥabash works only with its projection on the local meridian. We set out in parallel columns the two procedures up to finding the distance YE of the zenith of Mecca from the prime vertical and in Figure 3 we indicate, by drawing them double, the lines in common to the two procedures.

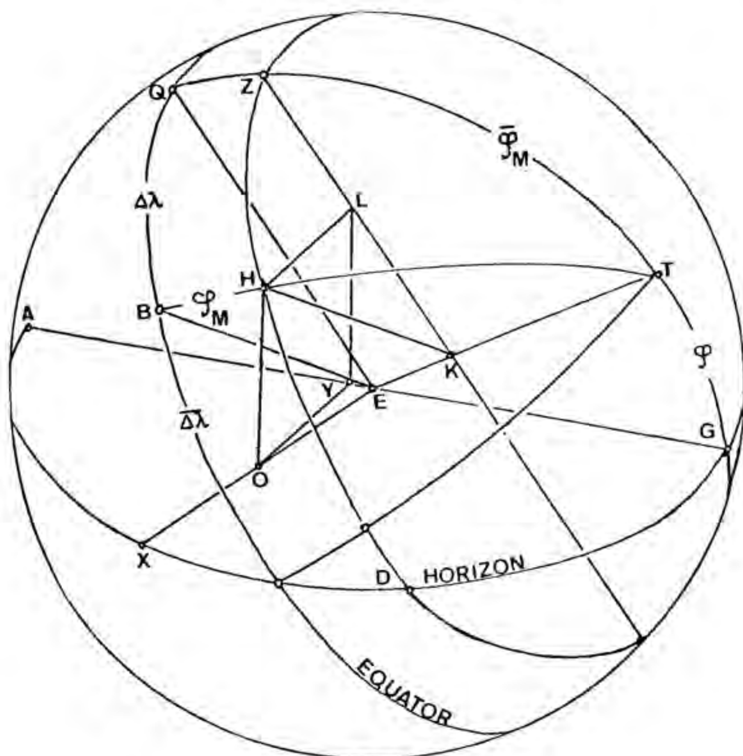


Fig. 2

that when HK is drawn as it should be in Figure 1 then, when it is put in its place in Figure 2, H will be the zenith of Mecca (see line 12). As we have emended the text, his reasoning is that this is because $\sphericalangle HKZ = \triangle\lambda$, which in turn follows from the fact that $KZ||EQ$ and $\sphericalangle HKZ = \sphericalangle BEQ$. His conclusion is correct and his reasoning needs only one explanatory remark: When the equator is folded into the meridian plane along EQ (part of its trace in this plane) the point on the equator at the longitude of Mecca goes into B in Figure 1, while folding the day circle of Mecca along KZ takes the zenith of Mecca onto a point H so that $KH||EB$, which al-Bīrūnī justifies by saying $EQ||ZK$ and $\sphericalangle QEB = \sphericalangle ZKH$. It follows $\widehat{ZH} = \triangle\lambda$ and hence H is the zenith of Mecca. Now, he says, his goal is to find O, the projection of H on the horizon; for, since the altitude circle of H contains HO the line EO defines the direction of the *qibla*. We shall temporarily rename O as H' for O has already been defi-

of radius R, Sin $\theta = R \sin \theta$, $=$ arc Crd $a =$ arc crd (a/R), and Crd $\theta = R$ crd θ. For any angle $\theta \leqslant 90°$, $\overline{\theta}$ denotes $90° - \theta$.

Al Bīrūnī's method is clear enough, when his description is read in conjunction with Figure 1. As for his proof, it is apparent from his remarks about circles being imagined to be perpendicular to each other that he is talking about a situation in space and a proof using analemma methods.

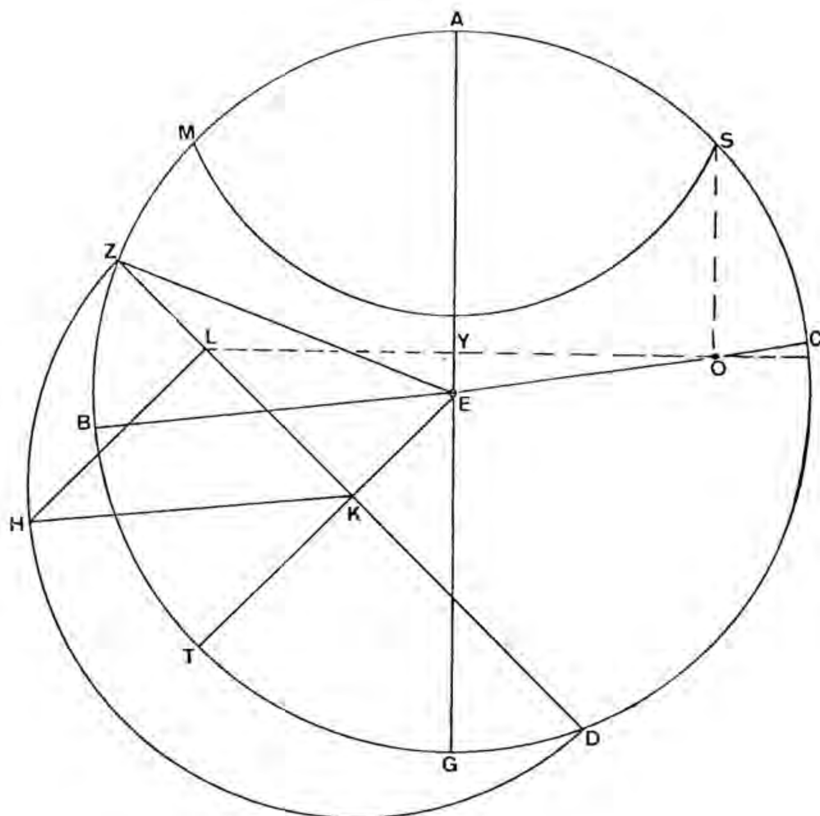


Fig. 1

The first part of al-Bīrūnī's demonstration is clear. He nicely shows the correspondence between parts of his diagram (Figure 1) and the planes of the horizon, meridian, and day circle of Mecca (in Figure 2). Now he wants to show

(to BE) and we describe about the center A (13) and with radius ZH the arc MS. We drop the perpendicular HL onto KZ and draw (14) LO perpendicular to AEG. Then, if the longitude of Mecca is more than the longitude of our locality (15) we draw from the point M, east of A, a line parallel to the diameter (16) AEG, and if the longitude of Mecca is (17) less (then our longitude) we draw from S (18) a parallel to AEG. Let (19) its intersection with the line LO be at (20) the point O. We draw from the center (527.1) onto it (the intersection) the line EOC so that it will be the line of the *qibla*, along which the worshipper performs his prayer (2) from the center E, and so he will be facing Mecca or the locality which we assigned for facing.

> (3) The proof of that. We imagine the semicircle ABG to be half of the meridian circle (4) perpendicular to the semicircle ACG, which belongs to the horizon, and since arc GT is (5) the latitude of the city, T is the north celestial pole and ET is part of the axis. Since we suppose (6) (the arc) TZ to be equal to the complement of the latitude of Mecca, K will be the center of the day circle passing over it. (7) For that reason half of this day circle will be ZHD and in imagination it is perpendicular to (8) the meridian circle. So, when we make (arc) TB equal to the complement of the difference of the two latitudes, (9) the line KH parallel to EB [cuts off] (*faḍala*) from the day circle (an amount equal to) what is between the two longitudes (10) because of the parallelism of the two lines KZ and the one going from E [perpendicular to] (*ʿamūd AOL*) TE and the equality (11) of the two angles HKZ and that which is bounded by BE and the (above-) mentioned line, facing the degrees of time (i.e. equatorial degrees) (12) of (the amount) between the two longitudes. The point H on this perpendicular day circle is facing Mecca. The perpendicular (13) descending from it onto the horizon of our locality, and let it fall at O, is in the plane of the altitude circle (14) passing over Mecca, and the facing of Mecca will be in its plane and for that reason our effort becomes (15) confined to determining the position of [the point O] (its points Y,O). It is known that [YO] (O) is parallel to HL (16) and is equal to it because of the parallelism of LY with the perpendicular descending from H onto O; and so, if we rotate (17) the sphere about the axis AEG the line LY perpendicular to it describes a plane surface (18) which cuts the horizon at OY, and YL fits in it along its straightness (19) and so the point O is on the line YL at (the place of) its appearance (on) the horizon. (20) When we describe the circle SM with radius ZH the sine of (arc) SA in it is equal to (528.1) HL, and for that reason the line SO parallel to AEG [cuts off] (*faḍala*) from the line (2) OY (a segment) that is equal to HL. So the place of the point O, which is the foot of the perpendicular (3) (from the zenith of) Mecca on our horizon, is known.

Commentary

Before we proceed with our commentary we state some conventions used in the remainder of the paper. The symbols $\Delta\lambda$, φ_M, and φ denote respectively the difference in longitude between Mecca and the locality, the latitude of Mecca and the local latitude. We write the medieval trigonometric functions with capital initial letters: thus, when θ is a central angle and a is an arc of a circle

What Schoy said is correct, though it does nothing to illuminate Ibn al-Haytham's method and its reference to the cotangent theorem has misled at least one modern writer. Thus, R. Wieber provides a similar trigonometric proof of al-Bīrūnī's procedure, (4), and then remarks of the two analemmas of al-Bīrūnī and that of Ibn al-Haytham that since all three lead to the cotangent theorem one may conjecture that al-Bīrūnī simply adapted Ibn al-Haytham's procedure twice [13, p. 627].

It is not surprising that different analemmas should result in equivalent formulae for the azimuth of the *qibla* when cast in the language of spherical trigonometry; however, it is surprising that on this basis one would conclude that two of the procedures were modifications of the third. As the subsequent analysis will show, al-Bīrūnī adapted the technique of Habash and not that of Ibn al-Haytham.

We note also that Ibn al-Haytham's procedure is discussed briefly by King in [7], though his main purpose is to show that Ibn Yūnus' formula for the azimuth of the *qibla* may be derived from the analemma of Ibn al-Haytham.

Since the basis for much of our subsequent argument is al-Bīrūnī's method (4) and its proofs and since the only available translation [11] does not attempt to deal with the corruptions in the text of the proof, we have thought it proper to furnish a translation of the Arabic text as given in [2].

Translation of Book 5, *Chapter* 6, of *al-Qānūn al-Mas*ʿ*ūdī*

Note: In our translation of the procedure and its proof from the Arabic text in [2] we enclose our emendations in square brackets and supply the original reading in parentheses immediately afterwards. Additions to the text or explanations are enclosed in parentheses, the notation "($n.m$)" signals the beginning of line m of page n (in [2]), and "(m)" indicates the beginning of line m. Figure 1 is based on the figure in the text while Figure 2 has been supplied to illustrate the proof, for it is clear from al-Bīrūnī's own statements in the proof that he was referring to a solid figure.

(526.1) *The Sixth Chapter*: On the Constructive Method of Determining (2) the Azimuth of the Qibla and of other Places (3). When we want that we draw on a level surface in the equivalent of the horizon a circle, (4) and it in draw the line of the meridian, and we divide its circumference into three hundred and sixty (5) parts, a regular division. (6) Let circle be $ABGC$ about the center E, (7) and the line of the meridian in it AEG and A the south point. We fix the arc (8) GT toward the south equal to the latitude of our locality. We join ET and make (the arc) TZ (9) the complement of the latitude of Mecca or of the locality whose azimuth we want, and onto ET we drop the perpendicular (10) ZK. About the center K and with distance KZ we describe the semicircle ZHD. (11) Next we cut off (the arc) TB equal to the complement of the difference in longitude between our locality and Mecca, or that locality [whose azimuth we want] (12) and we draw [BE] (YE). We draw KH parallel

A Comparison of Four Analemmas for Determining the Azimuth of the Qibla

J. L. BERGGREN*

AN IMPORTANT APPLICATION OF MATHEMATICS in the medieval Islamic world was the determination of the direction in which the faithful must turn to pray, i.e. the direction of Mecca. This problem was referred to as the determination of the azimuth of the *qibla*, and in his article [6] (in the bibliography which follows this paper) King gives a useful survey of some of the medieval solutions to this problem, including approximations as well as graphical methods and applications of spherical trigonometry.

Of greater antiquity than the trigonometric techniques, graphical (or analemma) methods continued in use throughout the Middle Ages. There are four such solutions to the problem, and although all four have been published only two have been properly treated as analemmas. The four solutions are: (1) That of Ḥabash al-Ḥāsib, which survives in a letter of al-Bīrūnī published in [5], (2) a method of Ibn al-Haytham, published in [9], (3) one of al-Bīrūnī in his *Kitāb Taḥdīd al-Amākin*, translated into English in [1], and finally (4) another due to al-Bīrūnī, this time in his *al-Qānūn al-Masᶜūdī* [2], which was translated into German in [11] and has been most recently discussed in [13].

The present paper has three goals. The first is to show that *qibla* determinations by analemmas are best studied on their own terms and not as some disguised form of trigonometry. The second is to point out an error in al-Bīrūnī's solution in (4) which previous authors have failed to observe. Finally, we shall show that both of al-Bīrūnī's procedures are modifications of that of Ḥabash, while Ibn al-Haytham's technique is distinct from these but close to al-Bīrūnī's graphical method of determining the meridian [3].

We begin with some general remarks on the treatment of graphical methods for determining the azimuth of the *qibla* in the literature on the subject. As already remarked, of the four procedures published, only (1) and (3) have been seriously discussed as analemmas, in [5] and [4]. Ibn al-Haytham's procedure was discussed by Schoy at the end of his translation [9], but only by a few lines giving a trigonometrical proof of the validity of the analemma. This proof he repeated in [10], and concluded with the remark that the formula he extracted from the procedure of Ibn al-Haytham "is simply the well-known cotangent theorem of spherical trigonometry applied to the spherical triangle".

*Simon Fraser University, Burnaby, B.C. and Institute for the History of Arabic Science, Aleppo, Syria.

positions, for each day of the year, and dating from the seventeenth, eighteenth, and nineteenth centuries survive in the Egyptian National Library. An extract from one of these, contained in MS *S* and computed for the year 1194H (= 1780), is displayed in Plate 3; it is unusual in that positions are given for the sun and moon for each day, for the outer planets and Venus for each ten days, and for Mercury for each five days. It seems highly probable that this ephemeris was computed using the corpus of auxiliary tables that we have discussed in this paper. Indeed, although no surviving ephemerides contain an explicit statement that they were computed using the tables of *al-Durr al-yatim*, we can be sure that these auxiliary tables were used extensively in Egypt from the fifteenth century onwards.

Bibliography

1. El-Azzawi, A., *History of Astronomy in Iraq and its Relations with Islamic and Arab Countries in the Post Abbasid Periods* (in Arabic), (Baghdad; Iraq Academy Press, 1959).
2. Brockelmann, C., *Geschichte der arabischen Litteratur*, 2nd ed. (Leiden: E.J. Brill, 1943-49, and Supplementbande, 3 vols., Leiden: E.J. Brill, 1937-42).
3. *Dictionary of Scientific Biography* (New York: Charles Scribners' Sons, 1970-1976).
4. Irani, R. A. K., "Arabic Numeral Forms", *Centaurus*, 4 (1955), 1-12.
5. Jensen, C,. "The Lunar Theory of al-Baghdādī", *Archive for History of Exact Sciences*, 8 (1972), 321-328.
6. Kennedy, E. S., "A Survey of Islamic Astronomical Tables", *Transactions of the American Philosophical Society*, N.S., 46:2 (1956), 123-177.
7. ———, "A Set of Medieval Tables for Quick Calculation of Solar and Lunar Ephemerides", *Oriens*, 18-19 (1967), 327-334.
8. ———, "The Digital Computer and the History of the Exact Sciences", *Centaurus*, 12 (1967), 107-113.
9. Kennedy, E. S., and Ghanem, I., eds., *The Life and Work of Ibn al-Shatir: an Arab Astronomer of the Fourteenth Century* (Aleppo: Institute for the History of Arabic Science, 1976).
10. Kennedy, E. S., and Salam, H., "Solar and Lunar Tables in Early Islamic Astronomy", *Journal of the American Oriental Society*, 87 (1967), 492-497.
11. King, D. A., "A Double-Argument Table for the Lunar Equation Attributed to Ibn Yunus", *Centaurus*, 18 (1974), 129-146.
12. ———, "On the Astronomical Tables of the Islamic Middle Ages," *Studia Copernicana*, 13 (1975), 37-56.
13. Neugebauer, O., *The Exact Sciences in Antiquity*, 2nd. ed. (New York: Dover Publications, Inc., 1969).
14. ———, *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, 3 Pts. (Berlin-Heidelberg-New York: Springer Verlag, 1975).
15. Saliba, G., "Computational Techniques in a Set of Late Medieval Astronomical Tables", *Journal for the History of Arabic Science*, 1 (1977), 24-32.
16. Suter, H., "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke", *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, 10 (1900), and "Nachträge und Berichtigungen", 14 (1902), pp. 157-185.
17. Tichenor, M., "Late Medieval Two-Argument Tables for Planetary Longitudes", *Journal of Near Eastern Studies*, 26 (1967), 126-128.

Plate 3. An extract from an anonymous set of ephemerides for the year 1194 Hijra (= 1780 A.D.), MS S, ff. 10v, 11r. These two pages serve each day of the months Jumāda I and II. Solar and lunar positions are given for each day of the year, whereas planetary positions are given for each ten days. These positions appear to have been computed using the tables described in this paper.

The *majmūᶜa* table for Mercury (fol. 120v) is attributed to al-Hunaydī, the *mabsūṭa* table (fol. 121r) is anonymous. Likewise the increment tables (fols. 121v-128v) are unattributed.

An additional table for the *majmūᶜa* of Venus has been added in the manuscript (fol. 103r) by Muṣṭafā al-Fayḍī (*kātib muṣrif-i Sadr-i ᶜĀli*) in 1170H, and calculations in his handwriting occur elsewhere in the margins of some of the original tables. Across al-Hunaydī's *majmūᶜa* table for Venus he has written in Turkish *jumlat bu jadwal ghalaṭdir*, "all of this table is wrong". Elsewhere in the manuscript, by a table of mean positions of the lunar node (fol. 62r), the same person has written *bu jadwalak tafāwuti fāḥish olūr*, "this table has an exorbitant divergence (from the truth)". It is rare to see such critical statements in medieval Arabic manuscripts.

Each of the individuals ᶜAbd al-Raḥīm b. al-Bannā', Muḥammad al-Hunaydī, Muḥammad b. al-Qalaᶜī, and Muṣṭafā al-Fayḍī, is new to the modern literature on the history of Islamic astronomy.

Riḍwān Efendī, an astronomer who worked in Cairo *ca.* 1600, compiled a set of solar, lunar, and planetary tables based on the method of *al-Durr al-yatīm* and on the parameters of the fourteenth century *Zīj* of Ulugh Beg of Samarqand. Riḍwān's tables, extant in MS *M*, cover 822 pages of manuscript, and are copied in his own untidy hand. For the sun, moon, and five planets, there are *majmūᶜa*, *mabsūṭa*, and increment tables. The solar increment tables are as in the earlier kind with entries for each 0;3° of horizontal argument. The lunar and planetary tables give values for each 1° of horizontal argument rather than each 6°. But Riḍwān tired of computing, and, in general, values for alternate degrees are omitted; sometimes whole pages are ruled for tables but there are no entries. In all cases, values are given to three sexagesimal digits rather than two. Ridwan's tables appear in a tidier form in MS *N*, copied some 250 years after his time: here his values for the increments are rounded to two digits and the horizontal argument difference is 2°, so that the values which Riḍwān did not bother to compute have been omitted altogether.

Riḍwān seems to have had an inspiration to compile an even larger corpus of auxiliary tables, a holograph copy of which survives in MS *P*, consisting of 1446 pages of tables, although here again he succumbed to the tedium of churning out tables and left about half of the entries blank. In this version the *majmūᶜa* tables are as before, but the *mabsūṭa* tables have been incorporated into the increment tables, in a way that escapes us. MS *Q* is a unique copy of a set of lunar tables based on the same principle, compiled and copied by the Cairo astronomer Ramaḍān b. Ṣāliḥ al-Khawānikī about the year 1750. Al-Khawānikī boasts on the title folio that no one has preceded him in this, but the vast majority of entries in the ninety folios ruled for tables have been left blank.

Several dozen Egyptian ephemerides giving solar, lunar, and planetary

any compiler. The same increment tables for Venus occur in MS *R*, where a different set of *majmūʿa*, and *mabsūṭa* tables for Venus are attributed to Shams al-Dīn Muḥammad al-Hunaydī (and yet another set is attributed to Muṣṭafā al-Fayḍī – see below).

Concerning MS *H*, several other copies of this treatise exist, but no others contain the corpus of tables. This manuscript was copied in 1253/1837-38 and the tables may not be original to the treatise of Ibn Bakhshīsh. This is confirmed by the fact that the author gives a worked example for 979 Hijra (= 1571/72), and the table of days in the following tables begin with 1110 Hijra. A complete set of *majmūʿa* and *mabsūṭa* tables and increment tables for the sun, moon, and planets is presented in this manuscript, and the only table specifically attributed to an author is the *majmūʿa* table for the moon which was computed by Muṣṭafā Abū'l-Itqān al-Khayyāṭ, an Egyptian astronomer who lived *ca.* 1150/1740.

We now turn to MS *R*, a corpus of tables in *ca.* 140 fols., copied in 1053/1643-44, and survey the tables it contains which relate to our subject. Firstly, there is an "extended" set of the solar increment based on Ibn al-Majdī's original tables (fols. 3r-22v), with values for each day rather than each ten days. This is followed (fol. 23r) by a table of the lunar equation when $2\eta = 6^s$ attributed to ʿAbd al-ʿAzīz al-Wafā'ī, with a note on how to use it. Next there is (fols. 24r-26v) a set of solar increment tables from the *Durr*, followed by (fols. 27r- 28v) the text of the treatise *al-Ṣirāṭ al-mustaqīm* by Ibn Abi'l-Fatḥ al-Ṣūfī which the copyist says is very useful although people have overlooked it. The lunar *majmūʿa*, *mabsūṭa*, and increment tables (fols. 29r-60b) are specifically attributed to Ibn al-Majdī.

The *majmūʿa* table for Saturn (fol. 61r) is stated to be taken from Ibn al-Majdī's work *al-Ḥall wa-l-tarkib*; the *mabsūṭa* and increment tables (fols. 61v-68r) are unattributed.

The various *majmūʿa* and *mabsūṭa* tables for Jupiter (fols. 69v-70r) are attributed to Ibn al-Majdī, ʿAbd al-Raḥīm b. al-Bannā' and Muḥammad al-Hunaydī, and the increment tables (fols. 70v-76r) are attributed to Ibn al-Bannā' (see fol. 69v).

The various *majmūʿa* and *mabsūṭa* tables for Mars (fols. 77v-78r) are attributed to Ibn al-Bannā' and Muḥammad b. al-Qalaʿī, and the increment tables (fols. 78v-87v + 90r-101r) are attributed to Ibn al-Bannā'.

Two loose pages (fols. 88-89) contain some solar tables relating to the *Durr* in a later hand, with a note "for the latitude of Aleppo 35;50°". (The tables are in fact independent of latitude).

Only one of the *majmūʿa* and *mabsūṭa* tables for Venus (fols. 103v-104r) is attributed, namely, to al-Hunaydī. The increment tables (fols. 104v-119r) are unattributed, but they are identical with those in the older MS *G* (see above).

N: MS Cairo Muṣṭafā Fāḍil *mīqāt* 83 (259 fols., *ca.* 1250/1835)

A later copy of Riḍwān Efendī's tables in MS M.

P: MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 802 (723 fols. !, *ca.* 1000/1600)

Riḍwān Efendī's own copy of his revised version of the auxiliary tables for the planets, entitled *Kitāb Asnā al-mawāhib fī taqwīm al-kawākib*.

Q: MS Cairo Muṣṭafā Fāḍil *mīqāt* 133 (90 fols., *ca.* 1150/1735)

Ramaḍan al-Khawānikī's own copy of his auxiliary tables for the moon, after the model of Riḍwān's tables in MS *P*.

R: MS Cairo Ṭalᶜat *mīqāt* 113 (138 fols., 1053/1643-44)

This manuscript contains a complete set of solar, lunar and planetary tables based on the method of *al-Durr al-yatīm*. It bears the spurious title *Tashīl zīj durr al-yatīm li-Majrīṭī* [!] *bi* [*sic*]*-ṭūl Miṣr al-Muᶜizzīya*. Most of the *majmūᶜa* and *mabsūṭa* tables are attributed (see below).

S: MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 504,3 (fols. 10v-14r, *ca.* 1193/1779)

An anonymous set of ephemerides for the year 1194 Hijra, apparently computed using the tables of *al-Durr al-yatīm*.

T: MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 878 (25 fols. , *ca.* 1250H), plus two fragments numbered 40 and 627.

This is a set of auxiliary tables for computing solar longitudes, compiled by an Egyptian astronomer named Abū'l-Fatḥ b. ᶜAbd al-Raḥmān al-Danūshirī.

U: MS Cairo Dār la-Kutub *mīqāt* 109,3 (fols 33v-39r, *ca.* 1200H).

Compiled by an anonymous Syrian astronomer, this is another set of solar tables.

11. *Discussion of the Sources*

The popularity of Ibn al-Majdī's tables in later Egypt is proven by the relatively large number of copies of these tables in various recensions, and of commentaries on the use of the tables by most of the more celebrated of later Egyptian astronomers.

Modifications were made to the solar and lunar tables already in the fifteenth century ᶜIzz al-Dīn al-Wafā'ī and Nūr al-Dīn ᶜAlī al-Naqqāsh, and the planetary tables (as in MS H) appear to date from about the year 1600 although the existence of a set of tables for Venus copied *ca.* 1450 (as in MS *G*) established that tables for the planets were also produced prior to 1600.

Commentaries on the use of the tables were written by Ibn al-Majdī himself, ᶜIzz al-Dīn al-Wafā'ī, Ibn Abi l-Fatḥ al-Ṣūfī, Ḥasan b. Khalīl al-Karādīsī, Shihāb al-Dīn Aḥmad al-Kutubī al-Khurfānī (?), Sulaymān b. Ḥamza b. Bakhshīsh, Shihāb al-Dīn Aḥmad b. Mūsā, Yaḥyā b. Muḥammad al-Khaṭṭāb, and ᶜUthmān b. Ṣāliḥ al-Wardānī as late as *ca.* 1800.

The earliest copy of planetary tables based on the method of *al-Durr al-yatīm* is MS *G*, copied *ca.* 850/1450. This contains both *majmūᶜa* and *mabsūṭa* tables and a set of increment tables for Venus. There is no indication of

These contain respectively the solar and lunar tables, copied in the distinctive hand of ᶜAlī b. Muḥammad al-Dalamī. There is no original title on the first manuscript. The second manuscript contains a hodge-podge of fragments from later copies of the corpus.

MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 391 (41 fols., *ca.* 1000/1600)

This is a complete copy of the solar and lunar tables in a clear hand. The title folio displays the title *Kitāb al-Durr al-yatīm fī ṣanaᶜat al-taqwīm* and identifies the author as Ibn al-Majdī. He is specifically mentioned in most of the tables as the calculator. There are additional tables of the *majmūᶜa* of the moon (fols. 1v-2r), specifically attributed to Nūr al-Dīn al-Naqqāsh and ᶜIzz al-Dīn al-Wafā'ī.

MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* M 25 (30 fols., *ca.* 825/425)

This is a complete set of lunar "increment" tables in a clear and elegant hand, with a note on the first page of tables: "these are the equations of the moon based on the parameters of Ibn Yunūs computed by Ibn al-Majdī, and they are in the hand of ᶜAbd al-ᶜAzīz al-Wafā'ī..."

MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* M 26 (30 fols., *ca.* 850/1446)

Another complete set of lunar increment tables, in a clear and elegant hand.

MS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 681,8 (fols. 31r-43r, *ca.* 850/1450)

A set of *majmūᶜa*, *mabsuta*, and increment tables for Venus, in a clear and elegant hand. There is no indication of any compiler.

MS Yale Nemoy 1453 (90 fols., 1253/1837-38)

A treatise on the use of the tables of *al-Durr al-yatīm* entitled *Ṭirāz al-ghurar fī ḥall al-durar* and compiled by an Egyptian astronomer named Sulayman b. Ḥamza b. Bakhshīsh (? or Ḥashīsh; either variant seems impprobable). This particular copy, unlike the others of the *Ṭirāz al-ghurar* that we have examined (e.g., MSS Cairo Dār al-Kutub *mīqāt* 791 (9 fols., 1072H) and *majāmīᶜ* 323, 6A (fols. 33v-34r, *ca.* 1250H), contains an extensive set of tables. See further Section 11 below.

MS Cairo Ṭalᶜat *mīqāt* 82 (37 fols., 870/1465-66)

A copy of the treatise by Ibn al-Majdi on the compilation of ephemerides called *Ghunyat al-fahīm*.

MS Cairo K8524 (68 fols., *ca.* 1000/1600)

A copy of the treatise by Ibn al-Majdī on the compilation of ephemerides called *Kitāb al-Tashīl wa'l-taqrīb*.

MS Cairo Ṭalᶜat *mīqāt* 113,1 (fols. 1r-128r, 1053/1643-44)

A set of tables based on the method of *al-Durr al-yatīm* serving the sun, moon, and planets. The various tables are here attributed to their compilers; see Section 11 below.

MS Cairo Ḥalīm *mīqāt* 16,2 (fols. 33v-37v, *ca.* 1100/1690)

A treatise on the compilation of an ephemeris for Mercury using tables in the tradition of *al-Durr al-yatīm*. The author is Shihāb al-Dīn Aḥmad al-Kutubī al-Khurfānī.

MS Cairo Taymūr *riyāḍa* 188 (822 pp.! *ca.* 1000/1600)

Riḍwān Efendī's own copy of his solar, lunar, and planetary tables based on the method of *al-Durr al-yatīm* and entitled *al-Durr al-naẓīm* or *al-Durr al-farīd*.

Put $\Delta_1 d = d - d_1$, and from the summed section of the table determine d_2, thence a second couple

$$\Delta m, \Delta\gamma ,$$

analogously to the procedure of Section 4. These two numbers are respectively the change in the mean and in the anomalistic argument from the beginning of the 35-year cycle to the first day of the "Julian" year in which the given date falls.

Calculate a third couple

$$m_2 = m_1 + \Delta m, \qquad \gamma_2 = \gamma_1 + \Delta\gamma_1 .$$

This consists of the mean longitude and the value of the anomalistic argument on the first day of the table year. Note that by virtue of the choice of epoch for the mean motion tables and the property of the 35-year cycle, the condition $0;0^\circ \leqslant \gamma_2 \leqslant 1;0^\circ$ should always hold.

Calculate $\Delta_2 d = \Delta_1 d - d_2$, the number of days from the beginning of the table year to the given date. If $\Delta_2 d$ is divisible by ten it will appear among the "excesses of days" arguments of the equations table. Otherwise choose the day argument nearest $\Delta_2 d$. For the other argument, the anomaly, choose the table argument nearest γ_2. Find the entry in the table corresponding to these two arguments, and call it $\Delta\lambda_1$.

Then

$$\lambda_1 = m_2 + \Delta\lambda_1$$

will be the solar true longitude for the first day of the ephemeris,

$$\lambda_2 = m_2 + \Delta\lambda_2$$

for ten days later, where $\Delta\lambda_2$ is the entry under $\Delta\lambda_1$, and so on.

10. *The Sources*

Virtually all the manuscript material relating to the tradition of *al-Durr al-yatīm* is preserved in the Egyptian National Library (*Dār al-Kutub*) in Cairo, and information on all of these manuscripts is contained in the forthcoming catalog of the Cairo scientific manuscripts by the first author. Our knowledge of the tradition is impaired by the fact that most copies of the tables are anonymous or defective or both. The following manuscripts are the oldest and most reliable sources and will be hereafter referred to by the appropriate sigla.

A: MS Cairo Dār al-Kutub *miqāt* 405 (39 fols., copied *ca.* 850/1450).

> This is the best available copy of the solar and lunar tables, transcribed in the elegant hand of ʿAlī b. Ḥasan al-Baḥṭīṭī. Unfortunately the title folio, and with it the first two sets of solar tables, is missing. The latter have been added in a later inelegant hand.

B and *C*: MSS Cairo Dār al-Kutub *miqāt* M 85,1 (fols. 1r-2v, *ca.* 850/1450) and *miqāt* M 44,2 (fols. 22r-27v, *ca.* 850/1450).

table, when $\gamma = 0$. For the last column of the same table $\gamma = 1^\circ$. Then the same process as described in the paragraph above was carried through for the elements of this column also. That is, the solar mean travel in intervals of ten days was subtracted from the successive entries. The set of remainders should plot as an equation curve congruent with that of Figure 2, but displaced to the left by a small amount as indicated in Figure 1. More precisely, the sun will already have passed the apogee by a degree at day zero. Since the mean and the anomaly advance at about a degree per day the horizontal displacement between the two curves should be very nearly a day.

This notion was verified by calculating the horizontal intercept of each of the two equation curves between $\Delta d = 6{,}0$ and $\Delta d = 6{,}10$. Since the curves in this neighborhood are very nearly flat, linear interpolation can be used with very little sacrifice of precision. For the $\gamma = 0$ curve it yielded an intercept at 6,5;14; for $\gamma = 1^\circ$ at 6,4;14.

As a final test, the differences between corresponding entries in the two end columns were calculated. Since for each pair the differences in the respective γ's are precisely one degree, the results should be approximately equal to the set of first differences obtained from a solar equation table where the tabular difference is one degree. Such a table is found in the zīj of Ibn Yūnus (see the entry in [3]). First differences were calculated from it for arguments near those of the differences between column elements. In general, corresponding results were identical to seconds of arc.

The method of calculating the end columns in the equations table having been established, it remains to do the same for all the columns in between, i.e, for $\gamma = 0;3^\circ, 0;6^\circ, 0;9^\circ, \ldots, 0;57^\circ$.

For several fixed and widely separated values of Δd, plots were made of the equations table entries for the range $\gamma = 0, 0;3^\circ, 0;6^\circ, \ldots, 1;0^\circ$. In all cases the resulting graphs are straight lines. That is, entries along rows were filled in by linear interpolation between the endpoints. This is reasonable, since the solar longitude function has little curvature anywhere, and the total variation along rows of the table is only a degree.

9. *Use of the Solar Tables*

Having worked out the structure of the tables, their manner of application is reasonably evident. Suppose a solar ephemeris is desired, at ten day intervals commencing from a given Hijra date. Use the days table as described in Section 3 above to obtain d, the number of days from epoch to the date in question.

Now turn to the Solar mean motion table and, as described in Section 4, determine d_1 from the extended table, and the corresponding couple

$$m_1, \ \gamma_1 \ .$$

These are respectively the solar mean longitude and anomaly at the beginning of the 35-year "Julian" cycle in which the given date falls.

equation, the sinusoidal function of small amplitude hugging the horizontal axis on Figure 2. e is periodic with a period of a year. More precisely, its period is the time required for the solar anomalistic argument to run through a complete revolution. So the true longitude function consists of an ascending straight line upon which a series of identical ripples has been imposed. Since the motion takes place on a circle, perhaps it is better to think of the curve as dropping to the horizontal axis every time it reaches 360°, but this is not shown on the figure.

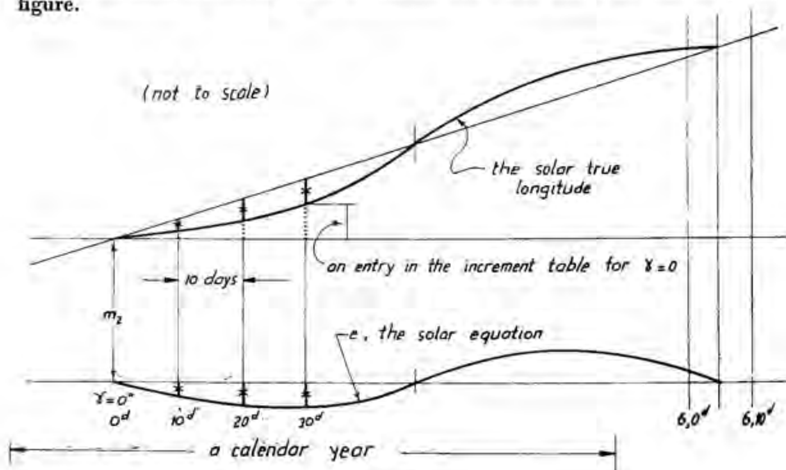


Figure 2

Consider an instant when the sun passes through its apogee. The Ptolemaic model has been so set up that at this time $\gamma = 0$ and $\lambda = \bar{\lambda} = m_2$, say. Then the entries down the first column of the equations table (for $\gamma = 0$) are represented by the set of dotted vertical segments rising from the horizontal line of height m_2 and terminated by the equation curve. That is, the entries are

$$\Delta_n \lambda = e_n + n \cdot \dot{\bar{\lambda}}, \qquad n = 10, 20, 30, \ldots, 6{,}10,$$

where e_n is the value of the solar equation n days after passing the apogee, and $\dot{\bar{\lambda}}$ is the rate of increase of $\bar{\lambda}$ in degrees per day.

The validity of the above assertion was demonstrated by calculating the solar mean motion in 10, 20, 30, ..., 6,10, days and subtracting the results from corresponding entries in the first column of the table. The results, when plotted in Figure 3 exhibited the characteristic form of an equation curve.

The above has to do with the entries in the first column of the equations

7. *The Solar Mean Motion Table*

The sun has only one "equation" instead of the two for the planets and the moon. Hence the solar tables are set up somewhat differently from the others, and require a separate explanation. The mean motion table is in two sections of three columns each (disregarding columns for the *madkhal*), the entries being: (1) integer days, the argument of the table, (2) solar mean positions or motions, and (3) the argument of the solar anomaly. All are in sexagesimals, or zodiacal signs and degrees, the mean and anomaly being to seconds of arc. Again one section is called "summed", the other "extended". For the former, the first entry in the first column is to be regarded as the number of days passed since epoch, hence it corresponds to a specific date. Successive entries in the days column may be found by additions of 3,33,4 days = 35 "Julian" years of 365¼ days, each rounded off to the nearest integer. Corresponding entries in the mean and anomaly columns give the positions of the mean sun and its anomaly at the successive thirty-five year increments indicated. The reason for the choice of this particular interval seems to be that the anomalistic motion during this time is very nearly an integer number of revolutions, successive positions differing from each other by only 0;0,42°. Furthermore the initial date has been so chosen that the first entry for the anomalistic argument is small.

The extended section of the table has in the first column the number of days in 1,2,3,...35 Julian years, commencing with a leap year and inserting additional such every fourth thereafter. The second column gives the amount of mean solar motion in these times. The third column does the same for the anomalistic motion. The latter is very near but slightly less than a degree per day. Furthermore, the duration of the motion for all entries differs from an integer number of years by less than a day. This insures that all entries in the third column are less than unity.

8. *The Solar Increment Table*

This is called *Jadwal taᶜādil al-shams*, "Table of the Solar Equations". It has two independent arguments. One, called the *fāḍil al-ayyām*, "excesses of days", is the set 10, 20, 30, ... , 6,10 (= 370). It takes up the first column of each page on which the table occurs. The first argument spans a year at ten-day intervals.

The second arguments is the set 0;0, 0;3, 0;6, 0;9, ..., 1;0. It is not named in the table, but, as becomes evident from texts and examples, it is a range of values of the solar anomalistic argument, γ.

As for the function tabulated, it is explained herewith by use of Figure 2. The solar true longitude is

$$\lambda = \bar{\lambda} + e\,,$$

where $\bar{\lambda}$ is the mean longitude, a linear function of time, and e is the solar

Plate 2. An extract from the increment tables for the moon in MS *A* (unfoliated)

6. *The Lunar Tables*

The principles applied in the planetary tables are used also for the moon, the double elongation, 2η, replacing α, the center. A detailed description having already appeared in [7], a few remarks here will suffice. The long period is now 50,31 days = 1,50 anomalistic months, each of the latter running to twenty-eight and a fraction days. For the lunar increment table the domain is

$$\gamma = 0^\circ, 1^\circ, 2^\circ, \ldots, 13^\circ,$$
$$2\eta = 0^\circ, 6^\circ, 12^\circ, \ldots, 354^\circ,$$
$$\Delta_2 d = 1, 2, 3, \ldots, 28.$$

The daily motion of γ is of the order of thirteen degrees. The initial points of the long periods have been so chosen that at them γ is small. Hence at the initial points of the short intervals, noons of days in which successive anomalistic months commence, γ will never be as high as fourteen degrees (see Plate 2).

Just as in the preceding section, values of $\Delta\lambda$ were calculated for spot combinations of the arguments and compared with corresponding tabular entries found, this time in two sources. The results are displayed in the table which follows. Correspondence between text and calculation is quite good. Bodleian Arabic MS Marsh 374 is the source used for [7].

SPOT CHECK OF TWO LUNAR INCREMENT TABLES

(1)	(2) Arguments	(3)	(4)	(5)	(6) $\Delta\lambda$	(7)	(8)
γ_2	$2\eta_2$	Δ_2d	Ibn Ḥashīsh (Source *H*)	Machine Calculation	(5)–(4)	Bodleian	(5)–(7)
0°	0°	1^d	0° 11;53°	0^s 11;50°	−0;3°	0^s 11;50°	0;0°
0	0	10	4 5;28	4 5;24	−0;4	4 5;23	0;1
10	0	20	9 0;1	9 0;8	0;7	9 0;11	−0;3
10	186	10	4 8;46	4 8;39	−0;7	4 8;39	0;0
5	6	15	6 19;40	6 19;46	0;6	6 19;46	0;0
0	18	1	0 11;39	0 11;33	−0;6	0 11;36	−0;3
10	354	10	4 5;59	4 5;51°	−0;8	4 5;49	0;2
10	180	20	8 28;45	8 28;59	0;14	8 28;57	0;2

So the true longitude on day d (or on the day nearest d in the table) is

$$\lambda = m_2 + \Delta\lambda .$$

The format of the increment tables is such that on each page the column of $\Delta_2 d$'s runs down the right edge of the table. Hence, once the user has found the proper $\Delta\lambda$ for a particular day, the $\Delta\lambda$ for ten days later will be immediately below the one just found, and so on. This is particularly handy for the calculation of ephemerides. Plate 2 is an ecxerpt from an increment table, but for the moon.

An HP-67 calculator was programmed to compute the δ, thence $\Delta\lambda$, corresponding to given values of the arguments after the parameters for a particular planet had been keyed into the machine. The results for two sets of values for each planet are shown in the table below, together with the corresponding entries in the $\Delta\lambda$ table of Source H (described in Section 10 below). The agreement between text and calculation is not perfect, but it is close enough to demonstrate that our analysis is valid.

SPOT CHECK OF A PLANETARY INCREMENT TABLE
(Text values from Source H)

Planet	Arguments			$\Delta\lambda$		difference
	$\Delta_2 d$	α_2	γ_2	text	calc.	
Saturn	360^d	$0°$	$0°$	$9;17°$	$9;19°$	$0;2°$
	10	120	1	356;21	$356;10°$	−0;11
Jupiter	60	30	1	10;13	10;13	0;0
	360	90	0	20;25	20;25	0;0
Mars	60	12	0	37;12	37;13	0;1
	360	60	1	234;26	235;0	0;34
Venus	10	0	0	12;14	12;15	0;1
	310	192	1	275;51	273;47	−2;4
Mercury	110	0	3	101;56	101;57	0;1
	60	90	1	51;36	53;5	1;29

planet in question and from the column of days obtain d_1, it being the largest entry in the column such that $d_1 \leqslant d$. Note down the triple of centries on the same line as d_1,

$$m_1, \gamma_1, \alpha_1 .$$

This process locates that one of the big periods in which d lies, and the mean longitude, anomaly, and center at that time.

Now put $\triangle_1 d = d - d_1$. This measures how far d enters into the big period.

Turn to the summed table, and find d_2, the largest argument such that $d_2 \leqslant \Delta_1 d$. This locates the initial point of the anomalistic period in which d lies. Opposite d_2 take the corresponding triple

$$\Delta m, \Delta\gamma, \triangle\alpha,$$

being the amount of change in the three variables in d_2 days.

Calculate $\triangle_2 d = \triangle_1 d - d_2$. This is the number of days by which d has entered the anomalistic period.

Then

$$m_2 = m_1 + \Delta m, \quad \gamma_2 = \gamma_1 + \Delta\gamma, \quad \alpha_2 = \alpha_1 + \Delta\alpha,$$

are the mean longitude, anomaly, and center on the initial noon of the anomalistic period in which d lies. Since each element of the triple can be thought of as a point on a circle, it should be regarded as the residue, modulo 360, of the three defining sums above.

5. *The Planetary Increment Tables*

The arguments for entering the $\Delta\gamma$ table are α_2, γ_2, and $\Delta_2 d$, calculated as described just above. In fact the user of the tables will have to content himself with approximations to these numbers, for the domain of α_2 in the tables for all the planets is 0°, 6°, 12, ..., 354°; that of γ_2 is 0°, 1° for all the planets except Mercury, which has 0°, 1°, 2°, 3°. The domain of Δ_2d is 10, 20, 30, ..., p, where p is the anomalistic period of the planet in days. This holds for all the planets except Mercury, where the set is 5, 10, 15, ..., p.

The entries, calculated to minutes of arc, are

$$\Delta\lambda = \Delta\bar{\lambda} + \delta = \Delta_2 d \cdot \dot{\bar{\lambda}} + \delta ,$$

the algebraic sum of the mean motion in $\Delta_2 d$ days, and δ, the equation on day d, calculated by means of the expressions marked (1) in Section 2 above. The values of the two independent variables upon which δ depends are

$$\gamma = \gamma_2 + \Delta_2 d \cdot \dot{\gamma} \quad ,$$

and

$$\alpha = \alpha_2 + \Delta_2 d \cdot \dot{\alpha} .$$

A dot over a variable denotes the variable's rate of change in degrees per day.

Plate 1. An extract from the *majmūʿa* and *mabsūṭa* tables for the moon in MS *A* (unfoliated).

year Hijra cycle, the span of possible application of the table. The entries are the number of days elapsed from epoch until the beginning of the calendar year of the argument entry.

The extended section gives the number of days in 1,2, 3, ..., 30 Hijra years, and in the successive months of the year, ending with 5,54 (= 354) for the twelfth month of a sound year and 5,55 for a leap year.

The method of using the table is evident. For a given date, obtain three entries: (1) in the summed section, that opposite the largest argument which is less than or equal to the given year; (2) in the extended section, that opposite the excess of the given year over the entry just chosen; and (3) that opposite the month named in the given date. To the sum of these three entries add the days elapsed of the month given in the date. The resulting sum, d, is the days elapsed since the Hijra epoch.

4. *The Planetary Mean Motion Tables*

For each planet there are, as usual, two sections. The first, the "extended" one (Ar. *mabsūṭa*), gives the number of days from the Hijra epoch to the initial day of each big period tabulated. Opposite each day entry are the corresponding noon positions of mean, anomaly, and center. The second, the "summed" one (*majmūʿa*) gives the number of days elapsed from the beginning of the big period to the first day of the successive anomalistic periods. The three entries opposite each day number show the changes in the mean, anomaly, and center during the particular number of anomalistic periods. Entries are to seconds of arc, except for Saturn, Jupiter, and Mercury, for which the center has been carried to minutes only. Plate 1 displays two pages from such a table, but for the moon.

The table below shows the lengths of the two periods for each planet.

Planet	the long period		length of the anomalistic period in days
	days	number of anomalistic periods	
Saturn	6,49,36	65	6,18 or 6,19
Jupiter	2,52,51	26	6,38 or 6,39
Mars	3,27,59	16	12,59 or 13,0
Venus	2,6,31	13	9,43 or 9,44
Mercury	1,50,5	57	1,55 or 1,56

The manner of using the mean motion tables is described herewith, the various steps being illustrated schematically on Figure 1.

Having obtained d from the days table, enter the extended table for the

360°. That is, each of the subdivisions between successive asterisks on the figure marks the first noon in a new anomalistic period. The change in γ between any such subdivision and the preceding asterisk cannot exceed the anomalistic motion in one day. Hence, because of the original positioning of the asterisks, the value of γ at all the subdivisions will be small.

Three sets of tables were calculated:

1. A *days table* to enable the user to convert a day given by a Hijra date into a number, d, the days elapsed since the Hijra epoch.

2. A *mean motions table* in two parts for each planet. The first part gives, for an appropriate span of time, the values of d at each of the noons represented by asterisks in Figure 1, together with corresponding values of the mean longitude, anomaly, and center. The second gives, for each subdivision within pairs of asterisks, the changes in d and the three variables named above.

3. A $\triangle\lambda$ table for each planet, giving the increment in longitude to be added to the mean longitude at the beginning of a particular period in order to convert it into true longitudes for a run of days thereafter. In principle there are three independent variables: (1) days elapsed within the period, (2) the values of the center, α, at the beginning of the period, and (3) the anomaly, γ, at the same time. By uirtue of the choice of asterisks, however, the possibilities for γ are very restricted, confined usually to two possibilities, 0^0 and 1^0. For want of a better name we call this third variety of tables, "increment" tables. Note that the term "equation" would be inappropriate, since any particular $\triangle\lambda$ entry in such a table has two components, one being the planet's equation, the other the increase in mean longitude during the particular run of days.

Details are given below. What has been stated thus far makes it clear that the burden of computation has been shifted from the ephemeris maker to the calculator of the $\triangle\lambda$ tables. Once having determined a set of mean positions by a process resembling the traditional one, the user need only add a set of tabular entries to the mean longitude to produce a run of true longitudes for equally spaced intervals.

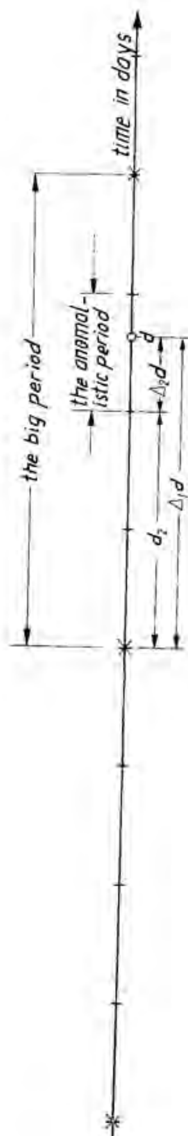
3. *The Days Table*

As stated above, one table is applied to determinations for all the planets. Its full title is *Jadwal ayyām al-masīr li'l-kawākib*, "The Days Travel Table for the Planets". Given a Hijra date, the table provides the sexagesimally-expressed number of days elapsed from the Hijra epoch to the date in question.

There are two sections, one for "summed" (*majmū*ᶜ*a*) years, the second for "extended" (*mabsūṭa*) years. The argument for the summed section consists of the set

$$30(k+n), \qquad n = 0, 1, 2, ..., r,$$

where k and r are suitable natural numbers to cover, at intervals of the thirty-



time in days
the big period
the anomal-
istic period
d
$\Delta_0 d$
d_2
$\Delta_1 d$

Fig. 1

Fig. 3

These are described in Sections 7 and 8, and their application in Section 9.

The general theory and structure of the tables having been dealt with, Section 10 lists the manuscript sources in which they have been found. These are numerous, and by no means have all of them been investigated by us in detail. Section 11 discusses certain of the sources and relations between them, and makes concluding remarks about the whole corpus, its duration and influence.

2. *The Basic Principle of the Planetary Tables*

Suppose that tables of the *Almagest* (or *Handy Tables*) type are available, and it is desired to calculate the true longitude of a particular planet at a given instant. The result will be

$$\lambda = \bar{\lambda} + \delta,$$

the algebraic sum of the mean longitude and the "equation", where

$$\delta = -c'_3(\alpha) + c_6(\gamma') + c_8(\alpha') \cdot \begin{cases} c_5(\gamma'), & c_8 \geqslant 0, \\ c_7(\gamma'), & c_8 < 0, \end{cases} \qquad (1)$$

$$\text{and} \qquad \gamma' = \gamma + c'_3(\alpha)\,, \qquad \alpha' = \alpha - c'_3(\alpha).$$

The functions denoted by c's are given by columns of entries in the equation tables, the subscripts indicating the order in which the columns appear. The notation used here has been slightly modified from that adopted in [13], pp. 191-207. For a complete exposition of the underlying theory and practise, the reader is referred to [14], pp. 145-189.

The variables γ, α (the "center", the mean longitude measured from apogee), and γ (the argument of the epicyclic anomaly) are linear functions of time. For the instant in question each can be calculated by adding appropriate entries from the mean motion tables in the set at hand.

The c functions, on the other hand, are basically trigonometric, hence periodic, and their combination to form δ is tedious and involved, demanding interpolation and a proper choice of signs. An individual who wishes to compute a set of planetary positions on successive noons at, say, ten-day intervals, must repeat the entire process from scratch for each individual noon.

These difficulties are obviated for the user of the Ibn al-Majdī tables by exploiting the following facts. For each planet a large period can be found consisting of an integer number of days which measures, with considerable accuracy, an integer number of the planet's anomalistic periods. Choose a day on which the anomalistic argument, γ, is small. Then consider the set of days separated from the chosen one by integer multiples of the big period. These are indicated schematically on Figure 1 by asterisks. On each of these days also γ will be small, by virtue of the existence of the period.

Subdivide the large period into smaller intervals marked by the set of noons, in the twenty-four hours preceding each of which γ shall have passed through

matics. Most of these are short treatises on instruments, in particular, quadrants and sundials, the best known of which was a treatise on the almucantar quadrant in ten sections. His mathematical works include a commentary on the arithmetical work called *al-Talkhīṣ* by the earlier Moroccan scholar Ibn al-Bannā' and a treatise *Kashf al-ḥaqā'iq* on sexagesimal arithmetic. More substantial works are his treatises entitled *Ghunyat al-fahīm* and *al-Jāmiᶜ al-mufīd*; these have never been studied in modern times. The most interesting of his known astronomical works is his planetary tables entitled *al-Durr al-yatīm*, "The Unique Pearl". These form the subject of the present paper.

Considerable confusion obscures our understanding of Ibn al-Majdī's contribution to these tables. The manuscript sources do not explicitly state the authorship of a corpus of tables for the sun, moon, and planets, based one the method of *al-Durr al-yatīm*, but we have the distinct impression that Ibn al-Majdī himself was responsible only for the tables for the sun and moon. He laid down the numerical bases for calculating similar tables for the planets, but, as we shall show, such tables were compiled by later astronomers.

Ibn al-Majdī's solar and lunar tables and the planetary tables which were devised along the same lines are not the standard Ptolemaic variety displaying mean motions and equations (on which see [6], pp. 141-142), nor the specfically Islamic development of these in the form of *ḥabṭaq* equation tables in which one enters arguments that can be derived directly from the mean motion tables (see [11], pp. 130-131). Rather Ibn al-Majdī's tables are auxiliary tables for compiling ephemerides, that is, tables displaying solar, lunar, and planetary positions for each day of the year. As remarked above, the only known earlier example of such auxiliary tables is [7], which probably originated in twelfth century Iran. We suspect, but cannot prove, the existence of a continuous tradition of this category of tables reaching into fifteenth century Egypt. What is more certain is that Ibn al-Majdī's tables were used extensively in Egypt until the nineteenth century.

Section 2 below describes the principle which is common to this particular technique for all the planets, and for the moon. The succeeding three sections deal in detail with the three categories of tables needed to apply the technique to the planets. A table is presented comparing spot entries from the tables with results obtained by standard Ptolemaic computations. The lunar tables having previously been described in detail (in [7]), Section 6 suffices for the moon. Here also spot checks are presented.

All of the tables contain columns for determining the day of the week (Ar. *madkhal*, Lat. *signum*) for which a longitude is being calculated. We omit all discussion of these as being irrelevant to the main topic.

The solar model is essentially simpler than those of the moon and the planets Hence the tables used by Ibn al-Majdī and his followers for calculating runs of solar longtitudes are constructed differently from those for the planets.

Ibn al-Majdī's Tables for Calculating Ephemerides

DAVID A. KING* & E. S. KENNEDY**

1. *Introduction*

This study describes a category of late medieval astronomical tables hitherto neglected by historians of science. These tables, however, were preceded by a group of related works applied to the sun and moon only, which has received attention in the literature, in item [7] in the bibliography which follows this paper. The anonymous originator of the lunar tables of [7] made use of an ancient Babylonian period relation to work out a technique for obtaining quickly a set of true longitudes of the moon. Presumably the lunar tables were known to the later Egyptian astronomer Ibn al-Majdī, who seems to have applied the same basic notion to the calculation of planetary positions also. The resulting corpus of manuscripts provides still another example of how the scientists of medieval Islam continually sought, without tampering with the underlying Ptolemaic abstract models, to ease the computations of the practising astronomer-astrologer. The general trend is amply illustrated in such papers as [10], [17], [5], [11], and [15].

Shihāb al-Dīn Abu'l-ᶜAbbās Aḥmad b. Rajab b. Ṭībughā, known as Ibn al-Majdī, was the leading astronomer of Cairo in the early fifteenth century (see [16], no. 432; [2], II, pp. 158-159 and SII, pp. 158-159; and [1], pp. 179-184). He was born in 767/1365 and died in 850/1447, and according to his biographers, excelled in Islamic law, inheritance theory, and the Arabic language, as well as in arithmetic, geometry, astronomy, and timekeeping. He belonged to the generation of astronomers following that of Ibn al-Shāṭir and al-Khalīlī of Damascus (on whom see the articles in [3]) and preceding that of Ibn Abi'l-Fatḥ al-Ṣūfī and Sibṭ al-Māridīnī of Cairo (on whom see [16], nos. 445 and 447), so that he and a few less well-known contemporaries represent the end of serious and productive activity in astronomy in medieval Egypt.

Ibn al-Majdī compiled over thirty works relating to astronomy and mathe-

*New York University, Kevorkian Center for Near Eastern Studies, 50 Washington Square South, New York, N.Y 10012.

**Institute for the History of Arabic Science, University of Aleppo, Aleppo, Syria. This paper presents some of the results obtained by both authors at the American Research Center in Egypt, Cairo. The work was supported by the Smithsonian Institution, the National Seicnce Foundation (USA), the American Philosophical Society, and the Ford Foundation. Most of the sources are preserved in the Egyptian National Library, but the Beinecke Library of Yale University supplied us with a photocopy of one MS. We express gratitude to each of these institutions.

ıderen Breiten eines dazuzuaddieren. Tibbets erwähnt dies zwar,[68] er folgt seinen Kartenrekonstruktionen jedoch der Vorstellung von $\varphi = 0^0 = 5$ *I* ır *Farqadān*.

Die Diskussion der Örter und eine damit verbundene Karteninterpre-tion kann auch gelegentlich zur besseren Identifizierung von Örtern in den assischen arabischen geographischen Texten beitragen.[69]

Schließlich kann dies möglicherweise auch zu einem besseren Verständ-s unklarer Stellen in den Nautikertexten selbst führen.

68. Ibid., 333.

69. Z. B. i. Vgl. von *BGA* VI, 64 (S. 43 d. Übers.), wo der indische Ort بلين erwähnt ist, mit Tibbets, 5, 463, 466 (بالىنوكر) u. der Teilkarte "Southern India" in Ergänzung resp. Korrektur von: S. Maqbul ımad, *India and the Neighbouring Territories in the Kitāb Nuzhat al-Mushtāq fi'Khtirāq al-'Afāq*, 29, 32, 58, 62, 104, 105, 114-115, 161, (Leiden, 1960); und: H. Daunicht, *Der Osten nach der Erdkarte Khuwārizmīs*, Band I, (Bonner Orientalistische Studien, Bd. 19), (Bonn, 1968), S. 302 ff.

nicht kongruent sind, können letztere – wie bei Tibbets – angedeutet so wiedergegeben werden, wie sie der Wirklichkeit entsprechen.

IV. Die Diskussion der Zahlenangaben der Texte

Diese Werte entsprechen niemals völlig der Wirklichkeit. Die Hauptursachen dieser Unstimmigkeiten waren:

(1) Nadelabweichung
(2) Deviation des Kompaß
(3) Abdrift durch Wind und/oder Strömung bzw. Seegang
(4) Refraktion
(5) Höhenmessungen von der Kimm, nicht vom Horizont aus
(6) Fehler bei der Herstellung der Instrumente zur Höhenmessung
(7) *tirfā'* als ein sich im Laufe der Jahrzehnte – wenn nicht Jahrhunderte – allmählich herauskristallisierender Durchschnittswert, der nur ungefähr einem *iṣba'* entsprechen konnte
(8) Sehr wahrscheinlich nur Berücksichtigung des Standorts, den man vor Kurswechsel zum Einlaufen in den Hafen bzw. vor Kursnahme nach Auslaufen aus dem Hafen hatte.
(9) Unmöglichkeit der arabischen Nautik, aus zwei oder mehreren Koppelkursen exakt den direkten Kurs nebst Fahrtstrecke zu bestimmen.[67]

Außerdem widersprechen sich die Texte oftmals in ihren Angaben oder bringen wahlweise verschiedene Kurse nebeneinander.

Die Zahlenangaben müssen daher Punkt für Punkt vor der Zeichnung durchdiskutiert werden – dies unterläßt Tibbets meist. Bei einander widersprechenden Angaben kann diejenige ausgewählt werden, die am wenigsten den Angaben zu den benachbarten Positionen widerspricht. Zu beachten ist auch, daß die Texte zum Teil Angaben enthalten, die um 1244 noch nicht bekannt sein konnten und daß daher hier und da eine φ-Bestimmung mit 224/2 erforderlich sein kann. Die gewonnenen Werte lassen sich jedoch ohne Mühe durch Änderung um 1 *I* in das Kartenbild einfügen. Wo sich Angaben finden, die sich nicht auf die drei zur Messung verwendeten Grundkonstellationen, sondern auf andere Sterne beziehen, müssen diese in Werte für die Grundkonstellationen umgerechnet werden, falls dies nicht schon in den Texten vorgenommen wurde.

D. Schlussbemerkung

Mit der fertiggestellten Karte erhalten wir zwar ein Bild des Indischen Ozeans, das die arabische Nautik um 1244 hatte. Um eine Vorstellung für Ibn Mājids und Sulaimān al-Mahrīs Zeit zu erhalten, genügt es jedoch, den Äquator auf 5 *I* der *Farqadān* anstatt auf 4 *I* zu setzen und entsprechend zu den I der

67. Tibbets, 301 ff.

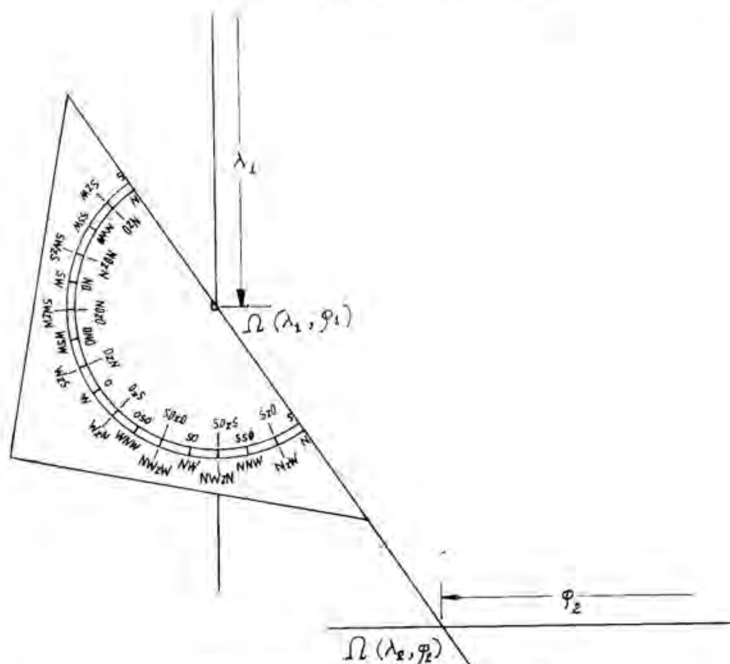


Abb. 8: Ermittlung des gesuchten Orts Ω_2
beibekannten Kurs, gegebenen Ausgangsort Ω_1 und bekannter φ_2 des gesuchten Orts

Länge der Strecke s in Graden bei bekannter φ_1 des Ausgangspunktes und bekanntem Kurs x ist:[66]

$$s = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\cos x}.$$

Die gesuchte Breite $\varphi_2 = s \cdot \cos x + \varphi_1$. Dabei ist zu berücksichtigen, ob die $\varphi - n$ nördlich oder südlich des Äquators liegen (Vorzeichenänderung!). - Die gefundene φ_2 wird als Geradenstück eingezeichnet, dann vom Ausgangsort aus mit Hilfe eines Kursdreiecks die Strecke. Wo letztere die φ_2-Linie schneidet, liegt der gesuchte Ort. Die Eintragung der φ_2-Linie erübrigt sich, wenn eine Landmarke gesucht ist, deren φ bereits bekannt ist. - Bei gleichbleibender φ muß der in Grade umgewandelte *zām*-Wert durch den cos der φ dividiert werden, da sich mit fortschreitender Entfernung vom Äquator zwar nicht die Strecke an sich, wohl aber ihre Angabe in Graden ändert.

Wo die Kurslinien mit den Küstenlinien nur sehr grob oder überhaupt

66. F. Reinhardt; Heinrich Soeder, dtv-*Atlas zur Mathematik*, Band I, (München, 1974), S. 188.

$1\frac{1}{4}\,J$	6,8303569	0,119497
$1\,J = 8\,F$	6,4285712	0,112436
.	.	.
.	.	.
.	.	.
$4\frac{1}{2}\,F$	0,8035714	0,0140213
$4\frac{1}{4}\,F$	+ 0,4017857	0,0070153
$4\,F$	± 0,0	0,0
$3\frac{3}{4}\,F$	— 0,4017857	0,0070153
$3\frac{1}{2}\,F$	— 0,8035714	0,0140213
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
.	.	.
$1\,F = 13\,N$	—4,8214284	0,0842493
$12\frac{3}{4}\,N$	—5,2232141	0,0912931
.	.	.
.	.	.
.	.	.
$1\,N$	—24,107142	0,433742
.	.	.
.	.	.
.	.	.
— 7 N**	— 36,964284	0,695105

III. Die Umrechnung der gesegelten Strecken und die Eintragung der Örter auf der Karte (s. Abb. 8)

Die in *zām* angegebenen Strecken sind in Grade umzurechnen. Ferrand[63] rechnet 1 *I* (= 1 *tirfā'* = 8 *zām*) = 1°37′, Tibbets[64] 1 *I* = 1°36′. Der erste Wert ist um 34,28592″ zu hoch, der zweite um 25,71408″ zu niedrig. Dies mag für kurze Distanzen belanglos sein. Bei der Umrechnung größerer *zām*-Werte – insbesondere für Transozeanfahrten[65] – können sich die Differenzbeträge jedoch beträchtlich aufsummieren. Dies ergibt ein verzerrtes Bild von den Vorstellungen der Nautiker. Die Umrechnungen sind daher auf so viele Stellen hinter dem Komma vorzunehmen, wie es nach dem Kartenmaßstab erforderlich ist. - Bei Kurswechsel auf hoher See kann die Position folgendermaßen gefunden werden:

** Ra's Būnas Farans (= Cabo da Boa Esperança; Tibbets 431).

63. Ferrand III, 153.

64. Tibbets, 314.

65. Ibid., 359; EI^1 IV,576.

$$y = \int_0^\varphi \frac{1}{\cos \varphi}\, d\varphi$$

analytisch ausgewertet:

$$y = \ln \tan \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right).$$

(S. Abb. 7): Beginnend mit 1 *I*, werden die Überhöhungen errechnet und dann die Parallelkreise und Meridiane auf der Karte eingetragen, nachdem man mittels Durchmultiplizieren oder Durchdividieren der Werte mit einer Konstanten einen zur Zeichnung günstigen Maßstab gefunden hat. - Intervalle von 1/4 *I* können am Kartenrand angedeutet werden. - Zu bemerken ist hier, daß Tibbets Rekonstruktionen - wie man sich sofort durch Nachmessen überzeugen kann - auf dem Netzentwurf entweder einer rechteckigen oder einer quadratischen Plattkarte basieren. Darum sind die auf seinen rekonstruierten Einzelkarten gezogenen Linien keine Kursgleichen, und die Entwürfe können auch nicht winkeltreu sein. Sie geben somit ein verzerrtes Bild von den Vorstellungen der Nautiker wieder.

II. Die Umrechnung der Höhen

Man beginnt zweckmäßigerweise im Norden und Westen und setzt dann nach Süden und Osten hin fort. Wegen der großen Materialfülle empfiehlt es sich, zunächst – wie dies auch Tibbets getan hat – Teilkarten des Roten Meeres, des Golfs von Aden, des Golfs von Oman, der Arabischen See usw. anzulegen und diese dann zum Schluß in einer Übersichtskarte zusammenzufassen. Eine große Hilfe ist dabei die Tatsache, daß die Texte gelegentlich auch Strecken über Land bei gleichbleibender φ in *zām* angeben.[62] Zur raschen Ermittlung der Breiten auf der Karte kann man sich außerdem eine Tabelle der *I*- Werte und ihrer Überhöhungen anlegen:

Jāh-Höhen: $\varphi = \frac{360}{224}(I+3)$

Farqadān-Höhen: $\varphi = \frac{360}{224}(I-4)$

Naʿsh-Höhen: $\varphi = \frac{360}{224}(I-16)$. — Beispiel:

iṣbaʿ	Grade	Überhöhungen
17½ *J**	32,946427	0,609613
.	.	.
.	.	.
.	.	.

62. *BEO*, 24 (1971), 281.
* Bāb-i Ṣīn (Tibbets 489).

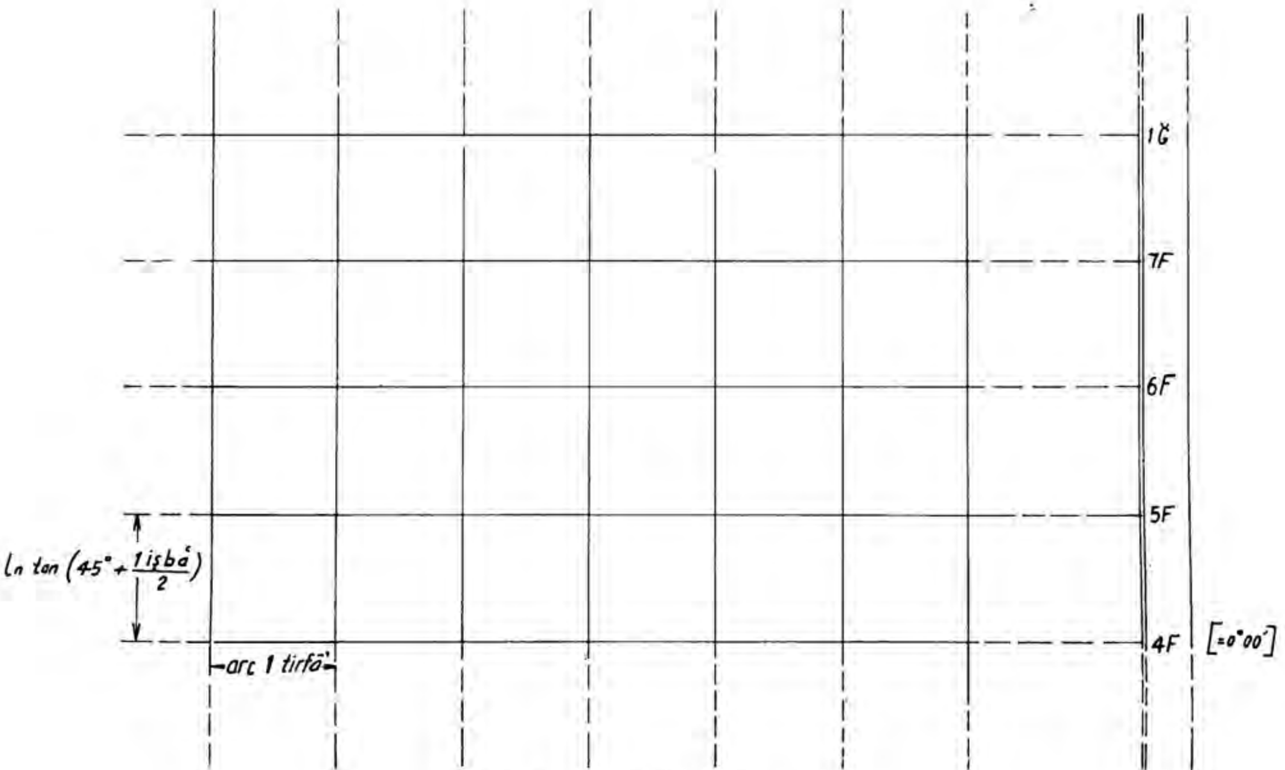


Abb. 7: Iṣba^c und tirfā' in Mercator - Projection

daß der Wert δ' v. αUMi = 3 *I* nicht (mehr) stimmen konnte und die Zahl 2 *I* für δ' besser paßte. Bei den Breitenangaben selbst handelt es sich jedoch meist um altüberlieferte Zahlen aus der bereits bestimmten Zeit um 1244, die in die Nautikertexte des Ibn Mājid und des Sulaimān al-Mahrī eingegangen sind. - Eine weitere Überprüfung von 15 Örtern der afrikanischen Ostküste[57] bestätigte erneut die Stimmigkeit des a)-Wertes; z. B. sagt Ibn Mājid ausdrücklich,[58] daß man sich dann auf dem Äquator befindet, wenn die Höhengleiche v. β,γUMi 5 *I* beträgt. Die *h* v. Brava (براوة) hat diesen Wert;[59] der Ort hat nach 210/2 und 224/2 $\varphi = 0^0$, nach 224/3 $\varphi = 1^0 36{,}428'$; die wirkliche $\varphi = 1^0 02'$.[60]

5. *Ergebnisse*

Wir haben folgende Zahlen zur Kartenzeichnung bestimmt:

1 *I* = 1 *tirfā'* = 8 *zām* = $1{,}6071428^0 = 1^0 36' 25{,}71408''$ bei einer Poldistanz v. αUMi von 3 *I*. Die ständig als zu hoch ermittelten Breitenangaben dieses Wertes beruhen – wie wir jetzt endgültig feststellen können – mit Sicherheit auf der unterlassenen Korrektur der Refraktion und der Kimmtiefe.

C. Die Zeichnung der Karte

I. Der Netzentwurf

Nachdem die Werte der Kurse, der Höhen und der Strecken zur See ermittelt sind, kann man mit dem Netzentwurf beginnen. Es ist zweckmäßigerweise eine Projektionsart zu wählen, die winkeltreu ist, d.h. die die Richtungen der Windrose unverzerrt wiedergibt und die außerdem die Kursgleichen (Loxodromen) als gerade Linien abbildet. Die einzige Projektion, die beide Bedingungen erfüllt, ist die Mercatorkarte, "die" Seekarte schlechthin.[61]

Durchführung: Als Argumentintervall dürfte 1 *I* bzw. 1 *tirfā'* am passendsten sein. Dieser Wert wird in Grade umgerechnet; s. o.. Die Abstände der senkrecht auf dem Äquator parallel zueinander stehenden Meridiane sind dann jeweils:

arc 1 *tirfā'* = arc $1{,}6071428^0$.

Um die Winkeltreue zu erhalten, müssen durch Ordinaten- (Breiten-) überhöhung die Parallelkreisabstände y in dem selben Ausmaß gedehnt werden, wie sie in Wirklichkeit zum Pol hin abnehmen, d. h. in der umgekehrten Cosinus-Funktion der geographischen Breite. Dazu wird das Mercator-Integral

57. Ibid., 423-425, 428.
58. Ibid., 219 (*Fawā'id-Übers.*).
59. Ibid., 428.
60. Knaurs *Großer Weltatlas*, Hauptregister.
61. G. Jensch. *Die Erde und ihre Darstellung im Kartenbild* (Braunschweig, 1970), S. 78-82.

Nr.	Name	iṣba^c	224/3	224/2	210/2	φ	bester Wert
29	راس الاسود	10 $\frac{3}{4}$	22°05,89′	20°29,46′	21°51,42′	21°23′	210/2
30	المساری	10 $\frac{3}{4}$	22°05,89′	20°29,46′	21°51,42′	[21°20,7′]	210/2
31	الرياضة	9 $\frac{1}{2}$	20°05,35′	18°28,92′	19°42,85′	20°10′	224/3
31a	الرياضة	9	19°17,14′	17°40,71′	18°51,42′	20°10′	224/3
32	المرما	9 $\frac{1}{2}$	20°05,35′	18°28,92′	19°42,85′	[19°50′]	210/2
32a	المرما	9	19°17,14′	17°40,71′	18°51,42′	[19°50′]	224/3
33	جلاجل	9 $\frac{1}{4}$	19°41,24′	18°04,82′	19°17,14′	19°58′	224/3
34	حلى بن يعقوب	8 $\frac{1}{2}$	18°28,92′	16°52,49′	18°00,00′	18°38′	224/3
34a	حلى بن يعقوب	8 $\frac{1}{4}$	18°04,82′	16°28,39′	17°34,28′	18°38′	224/3
35	الشقيق	7 $\frac{3}{4}$	17°16,60′	15°40,17′	16°42,85′	17°43′	224/3
36	جزان	7 $\frac{1}{2}$	16°52,49′	15°16,07′	16°17,14′	16°56′	224/3
37	اللحية	7	16°04,28′	14°27,85′	15°25,71′	15°44′	210/2
38	السيبان	6 $\frac{3}{4}$	15°40,17′	14°03,74′	15°00,00′	15°35′	224/3
39	جزائر الزبير	6 $\frac{1}{2}$	15°16,07′	13°39,64′	14°34,28′	15°00′	224/3
40	راس الكثيب	6 $\frac{1}{2}$	15°16,07′	13°39,64′	14°34,28′	14°54′	210/2
41	الحديدة	6 $\frac{1}{2}$	15°16,07′	13°39,64′	14°34,28′	14°50′	210/2
42	موشج	5 $\frac{1}{2}$	13°39,64′	12°03,21′	12°51,42′	13°46′	224/3
43	مخا	5 $\frac{1}{4}$	13°15,53′	11°39,10′	12°25,71′	13°20′	224/3

Das Ergebnis überrascht: Von den (nebst Varianten) insgesamt 53 Positionen liefern die Werte

a) $\delta' = 3I$ bei $360^0 = 224I$ für 40 Örter
b) $\delta' = 2I$ bei $360^0 = 210I$ für 11 Örter
c) $\delta' = 2I$ bei $360^0 = 224I$ für 1 Ort

die jeweils besten Breitenangaben. - Für einen weiteren Ort sind 224/3 und 210/2 zugleich am besten passend. Sicherlich ist es kein Zufall, daß bei den weitaus meisten Örtern der Wert a) die besten Ergebnisse, c) die schlechtesten liefert.

Diskussion:

(1) Der Wert c), der bereits durch die Terminbestimmung als unbrauchbar erkannt wurde, kann zunächst beiseite gelegt werden.

(2) Der Wert b) konnte sich auf die Breitenangaben in den noch vorhandenen Nautikertexten aus chronologischen Gründen nicht niedergeschlagen haben; daß er für einige Positionen bessere Zahlen als der a)-Wert hat, ist mit Sicherheit rein zufällig. Bei diesem Wert handelt es sich - dies betont auch Tibbets[56] – um eine rein theoretische Überlegung.

(3) Der Wert a) bringt die besten Resultate. Die arabische Nautik des späten 15. und des frühen 16. Jahrhunderts war sich zwar der Tatsache bewußt,

56. Tibbets, 315.

Eine tabellarische Übersicht[55] zeigt folgendes Bild:

Nr.	Name	iṣba^c	224/3	224/2	210/2	φ	bester Wert
1	هرموز	13 ½	26°31,07′	24°54,64′	26°34,28	27°05′	210/2
2	راس مسندم	13	25°42,85′	24°06,42′	25°42,85′	26°22′	210/2 224/3
3	صحار	12 ½	24°54,64′	23°18,21′	24°51,42′	24°23′	210/2
4	طيوى	11	22°29,99′	20°53,57′	22°17,14′	22°49′	224/3
5	راس العارة	4 ¾	12°27,32	10°50,89′	11°34,28′	12°38′	224/3
6	عدن	5	12°51,42′	11°14,99′	11°59,99′	12°50′	224/3
7	احور	5 ¾	13°15,53′	11°39,10′	12°25,71′	13°33′	224/3
8	بروم	5 ¾	14°03,74′	12°27,32′	13°17,14′	14°24′	224/3
9	المكلا	5 ¾	14°03,74′	12°27,32′	13°17,14′	14°34′	224/3
10	راس شرمة	6	14°27,85′	12°51,42′	13°42,85′	[14°51′]	224/3
11	حيريج	6¼	14°51,96′	13°15,53′	14°08,57′	[15°10′]	224/3
12	رأس فرتك	6 ½	15°16,07′	13°39,64′	14°34,28′	15°38′	224/3
13	شغوات	6 ¾	15°,40,17′	14°03,74′	14°59,99′	[16°32′]	224/3
14	جبل ساجر	7	16°04,28′	14°27,85′	15°25,71′	16°45′	224/3
15	طاقة	7¼	16°28,39′	14°51,96′	15°51,42′	17°02′	224/3
16	مرباط	7¼	16°28,39′	14°51,96′	15°51,42′	16°58′	224/3
17	جبل نوس	7 ¾	17°16,60′	15°06,69′	16°07,14′	17°12′	224/3
18	خور حاسك	7 ¾	17°16,60′	15°06,69′	16°07,14′	17°25′	224/3
19	راس صوقرة	8	17°40,71′	16°04,28′	17°08,57′	18°08′	224/3
20	راس مدركة	8 ¾	18°53,03′	17°16,60′	18°25,71′	19°00′	224/3
20a	راس مدركة	9	19°17,14′	17°40,71′	18°51,42′	19°00′	210/3
21	حمرافون	9¼	19°41,24′	18°04,82′	19°17,14′	[19°50′]	224/3
22	راس سراب	9½	20°05,35′	18°28,92′	19°42,85′	20°10′	224/3
23	الحلمتين	9¼	19°41,24′	18°04,82′	19°17,14′	[20°10′?]	224/3
23a	الحلمتين	9 ¾	20°29,46′	18°53,03′	20°08,57′	[20°10′?]	210/2
24	حلف مصيرة	9 ½	20°05,35′	18°28,92′	19°42,85′	20°39′	224/3
24a	حلف مصيرة	10	20°53,57′	19°17,14′	20°34,28′	20°39′	210/2
25	راس سارق	10	20°53,57′	19°17,14′	20°34,28′	21°39′	224/3
25a	راس سارق	10 ½	21°41,78′	20°05,35′	21°25,71′	21°39′	224/3
26	الحبة	10¼	21°17,67′	19°41,24′	21°00,00′	22°12′	224/3
26a	الحبة	10¾	22°05,89′	20°29,46′	21°51,42′	22°12′	224/3
27	راس الحد	10 ½	21°41,78′	20°05,35′	21°25,71′	22°31′	224/3
27a	راس الحد	11	22°30,00′	20°53,57′	22°17,14′	22°31′	224/3
28	جدة	11	22°30,00′	20°53,57′	22°17,14′	21°30′	224/2
28a	جدة	10	20°53,57′	19°17,14′	20°34,28′	21°30′	224/3

55. Zahlen aus Tibbets, 399-404, 409-10, 413, 419-421, 442-444, 446-447; Echtwerte aus: Knaurs *Großer Weltatlas*, 2. Auflage, (München-Zürich, 1972), Tafel 33 und Hauptregister. Es sind diejenigen Örter aufgeführt, die sich entweder eindeutig oder mit für eine Breitengegenüberstellung hinreichender Genauigkeit identifizieren ließen; letztere in [...].

Es ist aber festzustellen, daß die Höhendifferenzen ($\triangle h$-Werte zw. β,γUMi und ε,ζUMa) – wiederum besonders bei $360^o = 224\ I$ – noch falscher sind, als dies bei denjenigen von $\triangle h$ zw. α u. β,γUMi der Fall war. Außerdem muß darauf hingewiesen werden, daß δ,ζUMa in Bezug auf und in Ablösung der Messung mittels β,γUMi wesentlich geeigneter zur Breitenbestimmung gewesen wäre als ε,ζUMa, da letztere $20^m\ 37{,}4598^s$, erstere jedoch bereits $5^m\ 5{,}49954^s$ nach den *Farqadān* höhengleich werden.

Fazit: Aus den ermittelten Jahreszahlen und den tatsächlichen $\triangle h$-Werten ergibt sich folgendes:

a) Hinsichtlich der Termine kann der Wert δ' v. αUMi = 2 *I* bei $360^o = 224\ I$ ausgeklammert werden; die beiden anderen Werte sind stimmig.

b) Bei den Höhendifferenzen ist der Wert $360^o = 210\ I$ zumindest weniger falsch als derjenige von $360^o = 224\ I$. Die Ursache dieser Unstimmigkeiten könnte möglicherweise auf einer Überschätzung der Werte für die Refraktion beruhen, die bedingt, daß ein Gestirn höher über dem Horizont zu stehen scheint, als dies tatsächlich der Fall ist.[53]

Nach Zeitpunkt *und* Differenz zur Wirklichkeit scheint der Wert δ' v. αUMi = 2 *I* bei $360^o = 210\ I$ am besten zu passen. Es ist jedoch zu bedenken, daß das *K. tuḥfat al-fuḥūl*, in dem diese Zahlenangabe steht, ein Alterswerk Sulaimān al-Mahrīs war. Dies bedeutet, daß diese Zahlen in seinen früheren Werken und in denjenigen von Ibn Mājid auf anderen Meßdaten beruhen mußten.

4. *Vergleiche zwischen den angegebenen und den tatsächlichen Ortsbreiten*

Zu einer generellen Klärung der Sachlage sollen daher die auf die Arabische Halbinsel bezüglichen Breitenangaben der Nautikertexte – also von Gegenden, die am besten bekannt waren – für die Werte

a) $\delta' = 3\ I$ bei $360^o = 224\ I$
b) $\delta' = 2\ I$ bei $360^o = 210\ I$
c) $\delta' = 2\ I$ bei $360^o = 224\ I$

in Grade umgerechnet und den wirklichen Breiten gegenübergestellt werden. Die Umrechnung erfolgt nach den Formeln[54]

$$\text{zu a) } \varphi^o = \frac{360}{224}(I+3)$$

$$\text{zu b) } \varphi^o = \frac{360}{210}(I+2)$$

$$\text{zu c) } \varphi^o = \frac{360}{224}(I+2).$$

53. dtv-*Atlas*, 87-88. Die Refraktion blieb eines der ungelösten Probleme der antiken und mittelalterlich-arabischen Astronomie, auch wenn es nicht an Versuchen gefehlt hat, sie durch komplizierte Berechnungen zu umgehen; vgl. C. Schoy, "Abhandlung des Ḥasan ben al-Ḥusain ben al-Haitham über die Methode, die Polhöhe mit größter Genauigkeit zu bestimmen", Overgedrukt uit "Zee" No. 10, jaargang 1920, S. 586-601, bes. 587:21-25.

54. Es sind nur die *I* von αUMi erforderlich.

die Sterne von -*Sunbula* (= 15,7,23 Com)[46] im Meridian stehen.[47] Zu diesem Zeitpunkt tritt αUMi "in Bälde" (*bil-ḥaṣiṣ*) in seine untere Kulmination.[48]

Abgesehen davon, daß es schwierig sein dürfte, aus den Sternkonstellationen β,η,γ,(δ), εVir und 15,7,23 Com den jeweiligen zur Messung tatsächlich verwendeten Einzelstern zu eruieren, bleibt folgendes festzuhalten:

a) Die Tatsache, daß αUMi bei *h*-Gleiche v. β,γUMi noch nicht im Meridian stand, war Ibn Mājid bekannt.

b) Für praktische Zwecke konnte man diese Tatsache unberücksichtigt lassen, da die Differenz zwischen der tatsächlichen und der angenommenen Höhe v. αUMi zu den uns interessierenden Zeiten verschwindend klein war; sie betrug z. B. für das Jahr 1495,2 nur 2,30904″ (s. oben).

c) Das *K. al-Fawā'id*, in dem die o.g. Hinweise enthalten sind, bringt an einer Stelle[49] eine Begebenheit aus einer Seereise mit dem Verfasser als Teilnehmer nebst Datum 480 H (= 1485 n. Chr.). Als Datum für τ v. αUMi = 0 bei *h*-Gleiche der *Farqadān* haben wir ≈ 1436,75 ermittelt. Das Wissen Ibn Mājids um die o.g. Position v. αUMi läßt sich mit den Daten also voll in Einklang bringen, denn wir hatten festgestellt, daß τ v. αUMi im Jahre 1495,2 1,111724° betrug und dieser Stern somit noch nicht im Meridian steht.

Offen bleibt jedoch, warum die Δ*h*-Werte zw. αUMi und β,γ so auffallend falsch sind. Dies gilt zudem besonders für den von Ibn Mājid vertretenen Wert 360° = 224 *I*.

Zu Fall 2: Wir hatten bereits ermittelt, daß nur jeweils zwei Sterne von UMa zur Höhenmessung verwendet werden konnten, und zwar entweder δ und ζ oder ε und ζ. Glücklicherweise führen uns die Texte selbst aus dem Dilemma heraus: Sie erwähnen ausdrücklich,[50] daß die Sterne - ʿAnāq (= ζUMa[51]) und -Jūn (od. -Jawn; = εUMa[52]), der fünfte und sechste des Großen Bären, zu Höhenmessungen verwendet wurden, und nicht – wie Tibbets meint – auch noch δUMa.

46. Kunitzsch, 108 (Nr. 275), 65 (Nr. 117a). Tibbets, 549, ("nebulous area between βLeonis and εVirginis") ist irrig; die Übersetzung des *Fawā'id*- Textes (Ferrand I, 15v) auf S. 96 ist nicht ganz korrekt. Tibbets übersetzt die betr. Passage "*fa -hādhihi l-arbaʿa fī nasaq wāḥid al-Qā'id wal-Fu'ād was-Sunbula waṣ-Ṣarfa*" ungenau mit: "These four stars... are set in a regular pattern." Identifiziert man die drei Sterne -*Qā'id*, -*Fu'ād* und -*Ṣarfa* mit ηUMa (Kunitzsch 91 (Nr. 213)), αCVn (Tibbets, "The Star-nomenclature of the Arab navigators and the 'Untersuchungen' of P. Kunitzsch", *Der Islam*, 40 (1965), 190 (Nr. 18) und βLeo, und übersetzt richtig: "Diese vier [Sterne] stehen in einer Linie" ergibt sich sofort der exakte Sachverhalt, denn die drei zuletzt genannten Sterne stehen für den Betrachter des Himmels mit den Sternen 7 und 15 v. Com tatsächlich in einer Linie (s. Schurig-Götz, *Himmelsatlas* (Tabulae caelestes), hrsg. v. K. Schaifers, (Mannheim, 1960), Taf. II, IV).

47. Tibbets, 219, 220.

48. Ferrand, I, 15v; Tibbets, 96.

49. Tibbets, 259.

50. Ibid., 96, 134 (*Fawā'id-Übers.*); Ferrand II, 29v:15-30r:1 (*Sul. al-Mahrī*).

51. Kunitzsch, 43 (Nr. 33).

52. Ibid., 62 (Nr. 109).

Es ergibt sich (τ v. βUMi = 41,8°: vgl. oben):

a)	$\varepsilon + \delta$	43,6388°
b)	$\delta + \zeta$	40,5236°
c)	$\varepsilon + \zeta$	36,6298°.

Der Wert von a) ist größer; er kann ausgeklammert werden. Die jeweiligen Differenzen zwischen den Summen b) und c) und τ v. βUMi sind:

$\Delta\,\delta + \zeta$, βUMi 1,2764° = 1°16'35,04" = 5^m 5,49954^s

$\Delta\,\varepsilon + \zeta$, βUMi 5,1702° = 5°10'12,72" = 20^m 37,4598^s

Zur näheren Untersuchung sind nur diese beiden letzten Werte erforderlich.

Nach den Texten ist die *h*-Differenz zwischen den höhengleichen *Farqadān* und zwei ebenfalls höhengleichen *Na*ᶜ*sh*-Sternen 12 *I*. Rechnet man die 12 *I* in Grade um, ergibt sich:

a) Δh bei *h*-Gleiche v. δ,ζUMa (Echtwert 21,2032°):[38]

360° = 224 *I* : 19,285713°

360° = 210 *I* : 20,571428°.

Die Differenzen zum Echtwert sind:

360° = 224 *I* : 1,917487°

360° = 210 *I* : 0,631772°

b) Δh bei *h*-Gleiche v. ε,ζUMa (Echtwert 21,9788°):[38]

Umgerechnete Zahlen s. bei a); die Differenzen sind:

360° = 224 *I* : 2,693087°

360° = 210 *I* : 1,407372°.

Diskussion:

Zu Fall 1: Nach Tibbets Übersetzung von Ibn Mājids Werk *Al-Fawā'id fi uṣūl ᶜilm al-baḥr wal-qawāᶜid* (Seite 65 bis 268 des Buches "Arab Navigation") sowie dem angefügten Kommentar (s. bes. die Tafel S. 334) ergibt sich folgendes:

-: Bei τ v. αUMi = 0 (unt. Kulmin.) soll -Ṣarfa (= βLeo[39]) in der oberen Kulmination stehen.[40] Dies ist jedoch nur ein Grobwert, der der Einfachheit halber verwendet wurde.[41] In Wirklichkeit tritt nach dem *Fawā'id*[42] der Wert τ = 0 erst bei der oberen Kulmination von - ᶜ*Awwā* (= $\beta,\eta,\gamma,(\delta),\varepsilon$ Vir[43]) und von -*Simāk* (= αVir[44]) ein.

-: Bei τ = 0 sollen außerdem β,γUMi höhengleich sein.[45] Dies ist ebenfalls nur ein Näherungswert, denn Höhengleiche von β,γUMi tritt ein, wenn

38. Aus den Echtwerten ermittelt.

39. P. Kunitzsch, *Untersuchungen zur Sternnomenklatur der Araber* (Wiesbaden, 1961), S. 108 (Nr. 279).

40. Tibbets, 174, 182.

41. Ibid., 97.

42. Ibid., 190.

43. Kunitzsch, 45 (Nr. 44).

44. Ibid,. 105 (Nr. 269).

45. Tibbets, 97.

1244,21	$-2{,}982196^0$ bzw. $357{,}01781^0$
1495,2	$1{,}111724^0$
1534,2	$1{,}959894^0$.

Es ist ersichtlich, daß im Laufe der Jahrhunderte αUMi bei Höhengleiche von β,γUMi nur zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt einen τ von 0^0 haben konnte. $\triangle\tau,\alpha$ v. αUMi des Äquinoctiums des Jahres 2000 ist zugleich die Rektaszension dieses Sterns zum gesuchten Zeitpunkt. Mit Hilfe der o.g. Formel und versuchsweise eingesetzter $\triangle\varepsilon$ — und p-Werte findet man einen Zeitpunkt zwischen den Terminen 1436,5 und 1437.

Mit Hilfe der Formel $\sin h = \sin \delta' \cdot \sin (90^0 - \tau) = \sin \delta' \cdot \cos \tau$ ermitteln wir die jeweilige – negative – h v. αUMi zu den drei o.g. Terminen:

1244,21	$4{,}81488^0$
1495,2	$3{,}42793^0$
1534,2	$3{,}2124^0$.

Diese Werte werden von den angenommenen Höhen der Nautikertexte – sie sind zugleich δ' – subtrahiert; wir erhalten die von der Wirklichkeit abweichenden Ansichten der Nautiker:

1244,21	$0{,}0065484^0$	=	$23{,}57424''$
1495,2	$0{,}0006414^0$	=	$2{,}30904''$
1534,2	$0{,}0018856^0$	=	$6{,}78816''$.

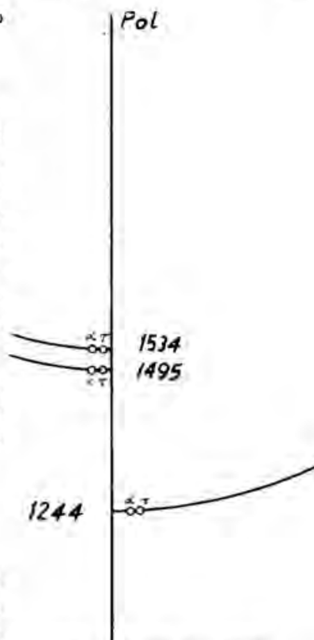


Abb. 6: α und τ v. αUMi bei h - Gleiche β,γ UMi für die Termine 1244, 1495 und 1534

Fall 2:

Daß die *drei* Sterne δ,ε,ζUMa zu irgendeinem Zeitpunkt höhengleich sein sollen, wie Tibbets behauptet, ist wegen ihrer Positionen am Himmel zu keinem Zeitpunkt möglich. Damit zwei dieser Gruppe "kurz nach" dem Eintritt der Höhengleiche von β,γUMi ebenfalls höhengleich sind, ist folgende Bedingung erforderlich:

Die Summe aus

a) τ des Sterns mit geringerer α als der Nachbarstern plus
b) $\triangle\tau$ bzw. $\triangle\alpha$ dieser beiden Sterne plus
c) $\triangle\alpha$ zw. dem Stern mit der größeren α und βUMi

muß kleiner sein[37] als τ v. βUMi bei Höhengleiche mit γUMi.

37. S. dazu die bereits errechneten Echtwerte.

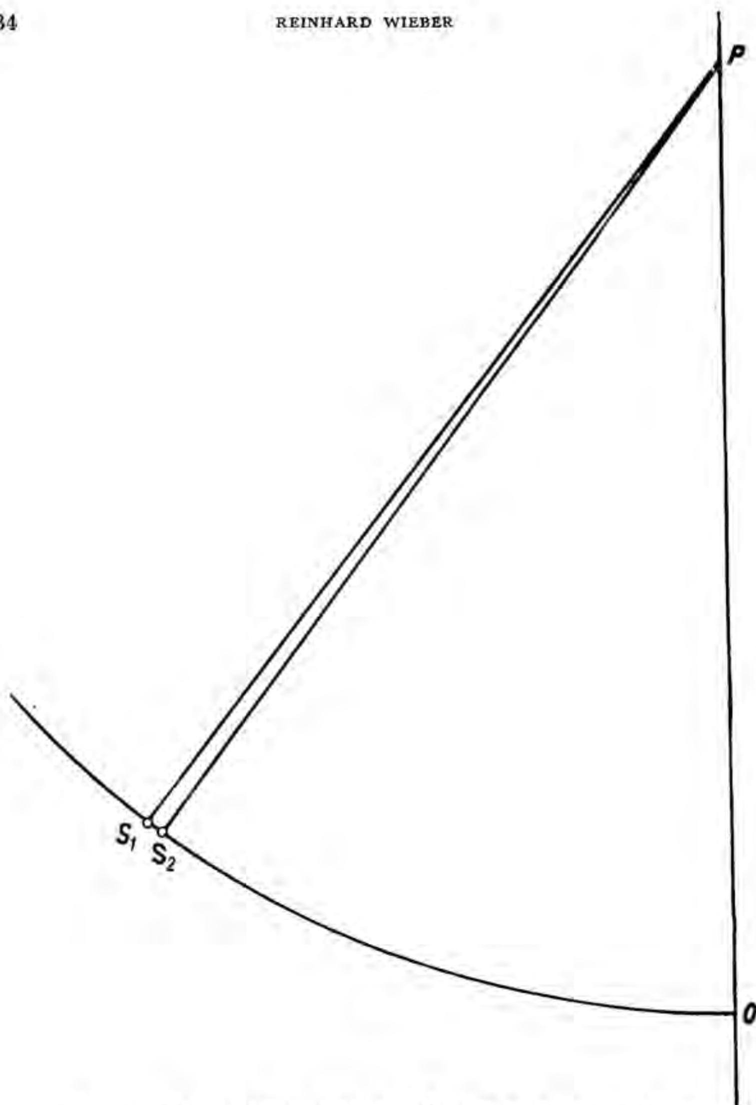


Abb. 5: α und τ v. αUMi bei h-Gleiche v. β,γ UMi für das Aequinaciqm 2000

$\widehat{S_1O} = \alpha$ v · αUMi $\quad$ $\widehat{S_2O} = \tau$ v · αUMi

$\widehat{S_1S_2} = \Delta\alpha, \tau$ v · αUMi $\quad$ $\widehat{PS_1} = PS_2 = PO = \delta'$ v. αUmi

Für den Spezialfall $\varphi = 0°$ (Beobachtungsort auf dem Äquator) vereinfacht sich die Formel zu $\sin h = \cos \tau \cdot \cos \delta$. - Für zwei höhengleiche Sterne ist

$$\sin h_1 = \sin h_2 = \cos \tau_1 \cdot \cos \delta_1 = \cos(\tau_1 + \Delta\alpha_1,\alpha_2) \cdot \cos \delta_2.$$

Diese Gleichung läßt sich näherungsweise mit genügender Genauigkeit lösen. Es ergaben sich für das Äquinoctium 2000 folgende Werte:

(1)	β,γUMi	11,7478°	(τ = 41,8° + 7,4625°)
(2)	δ,εUMa	32,8377°	(τ = 4,7763° + 9,65°)
(3)	δ,ζUMa	32,951°	(τ = 1,6611° + 17,125°)
(4)	ε,ζUMa	33,7266°	(τ = 7,4173° + 7,475°)

α von αUMi- (α von βUMi-180° — τ von βUMi) = 36,883336° = τ von αUMi bei Höhengleiche von β,γUMi für das Äquinoctium 2000. - Δτ,α von αUMi = 0,920836°.

Die Höhe αUMi zu diesem Zeitpunkt ergibt sich aus

a) $\sin h = \sin(90° - \delta) \cdot \sin(90° - \tau) = \cos \delta \cdot \cos \tau$

b) $h = 0{,}599897°$ (unter dem Horizont; s. Abb. 5).

Fall 1:

Δh zw. αUMi und den h-gleichen β,γUMi = 12,347697°.

Dieser Wert ist – abgesehen von der Eigenbewegung der Sterne, die aber nicht berücksichtigt werden muß – konstant.

Nach den Nautikertexten ist diese Differenz 7 *I*. Rechnet man diesen Wert in Grade um, ergeben sich folgende Zahlen:

360° = 224 *I* : 11,24999...°
360° = 210 *I* : 12,0°.

Die Differenzen zum Echtwert sind:

360° = 224 *I* : 1,097698°
360° = 210 *I* : 0,347697°

Für die uns interessierenden Zeitpunkte (s. Abb. 6) wird mit Hilfe der bereits ermittelten Werte von $\Delta\varepsilon$ und p und der Formel[36]

$$\tan \alpha = \cos(\varepsilon + \Delta\varepsilon) . \tan(\lambda - p) - \sin(\varepsilon + \Delta\varepsilon) \cdot \tan(\beta + \Delta\varepsilon) \cdot \sec(\lambda - p)$$

die jeweilige Rektaszension von αUMi gefunden:

1244,21	— 2,06136° bzw. 357,93864°
1495,2	2,03256°
1534,2	2,88073°.

Den jeweiligen Stundenwinkel dieses Sterns bei Höhengleiche von β,γUMi erhält man durch Subtraktion von Δτ,α v. αUMi (vgl. oben) von den soeben ermittelten α-Werten. Es ergibt sich:

36. Landolt-Börnstein N. S., 685. Der Einfachheit halber wurden die jeweils besten Näherungsdaten ausgewählt.

früheren Werken vertreten hatte, u. a. daß 360° = 224 *I* seien.[30] Für dies Verbesserung zog er die neuesten ihm zugänglichen Daten heran. Der un interessierende Zeitpunkt ist also mit der Zeit, in der δ' v. αUMī = 2 *I* be 360° = 210 *I* betrug, voll in Einklang zu bringen: Sulaimān al-Mahrī bemüht sich offensichtlich, möglichst moderne Anschauungen zur Unterstützun seiner These heranzuziehen.

(3) Die Zeit um 1534: Ibn Majid bezeichnet das Maß δ' v. αUMi = 3 *I* al einen "misguided error".[31] Ebenso ist sich Sulaimān al-Mahrī in seinen frühe Werken mit ersterem sicher, daß dieser Wert 2 *I* bei 360° = 224 *I* betrug Wenn wir Tibbets folgen wollen, nach dem Ibn Mājid im Jahre 1514 scho tot war,[32] und wenn wir voraussetzen, daß Sulaimān al-Mahrī einige Zei nach 1511, aber mit Sicherheit vor 1554 starb,[33] kann der Zeitpunkt 153 für Ibn Mājids Lebensdaten mit Sicherheit, für Sulaimān al-Mahrīs Zei warhrscheinlich nicht in Einklang gebracht werden.

Fassen wir zusammen: Die Termine 1244 und 1495 können als stimmi angesehen werden, der Zeitpunkt 1534 ist – zumindest auf Ibn Mājids Lebens-zeit bezogen – unstimmig.

3. *Die Ermittlung der tatsächlichen Gestirnshöhen und Stundenwinkel und ih Vergleich mit den in den Texten angegebenen*

Zu einer möglicherweise besseren Klärung der Sachlage kann man die in *I* angegebenen Höhendifferenzen der zur Messung verwendeten Sternpositionen heranziehen. Zunächst gilt es, die Echtwerte zu ermitteln.

Für das Äquinoctium des Jahres 2000 sind die äquatorialen Koordinaten der uns interessierenden Sterne folgende:[34]

		δ	α
(1)	αUMi	89°15'	37°48,25'
(2)	βUMi	74°09'	222°43,25'
	γUMi	71°50'	230°11,00'
(3)	δUMa	57°02'	183°51,50'
	εUMa	55°57'	193°30,50'
	ζUMa	54°56'	200°59,00'

Untersuchen wir zunächst die Höhengleichen. Für die Umwandlung von Horizontal- in Äquatorialkoordinaten gilt die Formel[35]

$$\sin h = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \tau \cdot \cos \varphi .$$

30. Tibbets, 333.
31. Ibid.
32. Ibid., 22.
33. *EI*¹ IV, 572.
34. Meyers *Handbuch*, S. 443, 453, 454, 455, 456, 457. – α in Grade umgerechnet.
35. dtv-*Atlas*, 47.

c) $2\,I$ bei $360^{\circ} = 224\,I$:	Jahr 1534,2:	86°47′09,96″
	Wert für das gesuchte Jahr:	86°47′08,574″
	Jahr 1534,1:	86°47′08,16″

Diskussion:

(1) Die Zeit um 1244: Die Lebensdaten der bekannten Nautiker vor Ibn Mājid und Sulaimān al-Mahrī lassen sich meist nur grob abschätzen. - Es sind dies:[28]

a) ca. 1009/10 segelt der Nautiker Khawāshir b. Yūsuf b. Ṣabaḥ al-Arīkī mit einem indischen Schiff

b) ca. 1100 lebten die Verfasser von Nautikertexten M. b. Shādhān, Sahl b. Abbān und Laith b. Kahlān

c) 1184/85 schrieb der Enkel eines der drei o.g. Autoren ein "Raḥmānī" (Segelhandbuch)

d) kurz nach 1400 "flourished" M. b. ᶜUmar, Ibn Mājids Großvater.- Für die fragliche Zeit läßt sich aus den Texten also keine Quelle nachweisen. Es ist jedoch folgendes zu bedenken:

Für den Wert δ' v. αUMi $= 3\,I$ werden immer nur die "Alten" verantwortlich gemacht; eine exaktere Quellenangabe fehlt. Diese unpräzisen Angaben und auch die errechnete Jahreszahl lassen möglicherweise den Schluß zu, daß es sich bei diesem Wert um eine sich nach 1200 allmählich herauskristallisierende, allgemeine Anschauung handelte, die sich in uns unbekannten nautischen Abhandlungen niedergeschlagen hat oder mündlich überliefert wurde. Vielleicht ist es auch kein Zufall, daß – wie sich als Nebenprodukt der o. g. Berechnungen ergab – die ekliptikale Länge λ von αUMi

a) im Jahre 1244,245 — 77,999399°

b) im Jahre 1244,210085 — 77,99891°,

also in beiden Fallen für die uns interessierende Zeit fast exakt 78° betrug.

Ein früher Nautiker selbst wird im Zusammenhang mit dem $3\,I$-Wert niemals erwähnt. Falls einer der Ibn Mājid und Sulaimān al-Mahrī bekannten Nautiker die Zahl genannt hätte, wäre er vermutlich als Autorität zitiert worden. Der ermittelte Termin fällt auch mit einer chronologischen Lücke in den Lebensdaten der in den Texten erwähnten frühen Nautiker zusammen. Grundsätzlich kann man daher festhalten, daß sich die Jahreszahl 1244 mit der Angabe, δ' v. αUMi $= 3\,I$ stamme von den "Alten", in Einklang bringen läßt.

(2) Die Zeit um 1495: Das *K. tuḥfat al-fuḥūl fi tamhid al-uṣūl*, in dem das o. zit. Traktat steht – es ist rein rechnerisch korrekt –, war eines von Sulaimāns Alterswerken. In diesem mit Sicherheit einige Zeit nach 1511[29] verfaßten Buch bemühte er sich um eine Korrektur seiner Anschauungen, die er in seinen

28. Tibbets, 5-6.

29. *EI*¹ IV, 575.

c) $PkPh = (2005{,}086'' - 0{,}8535'') \cdot 2{,}02 - 0{,}00028'' \cdot 2{,}02^2$
d) $PgPh = PkPg - PkPh$
e) $(2005{,}086'' + 0{,}8535'') \cdot T + 0{,}00028'' \cdot T^2 = PgPh$
f) $1900 - T \cdot 100 =$ gesuchte Jahreszahl.

Es ergaben sich folgende Werte:

a) 2 *I* bei 360° = 224 *I* : 1530,898725 n. Chr.
b) 3 *I* bei 360° = 224 *I* : 1240,5179 n. Chr.
c) 2 *I* bei 360° = 210 *I* : 1492,0083 n. Chr.

Diese Berechnung liefert jedoch nur Grobwerte, da die Abnahme d Ekliptikschiefe $\Delta\varepsilon$ nicht und die Präzession p nur indirekt berücksichti wurde. Zur genaueren Berechnung werden die äquatorialen Koordinaten vo αUMi für das Äquinoctium 1900 nach den Formeln[24]

$$\tan\lambda = \cos\varepsilon \tan\alpha + \sin\varepsilon \tan\delta \sec\alpha$$
$$\sin\beta = \cos\varepsilon \sin\delta - \sin\varepsilon \cos\delta \sin\alpha$$

in ekliptikale verwandelt. Es ist

$$\beta \text{ v. } \alpha\text{UMi} = 66{,}0867^\circ$$
$$\lambda \text{ v. } \alpha\text{UMi} = 87{,}1516^\circ$$

$\Delta\varepsilon$ und die Präzession p werden nach den Formeln[25]

$$\varepsilon = 23^\circ 27' 08{,}26'' + 46{,}845'' \cdot T + 0{,}0043'' \cdot T^2 - 0{,}0018'' \cdot T^3$$
$$p = 5024{,}4252'' \cdot T + 0{,}00019'' \cdot T^2$$

in folgende Gleichung[26] eingesetzt, durch die die ekliptikalen Koordinaten i äquatoriale zurückverwandelt werden:

$$\sin\delta = \cos(\varepsilon + \Delta\varepsilon) \cdot \sin(\beta + \Delta\varepsilon) + \sin(\varepsilon + \Delta\varepsilon) \cdot \cos(\beta + \Delta\varepsilon) \cdot \sin(\lambda - \text{p}$$

T (in Jahrhunderteinheiten) ausgehend von den o.g. Grobwerten versuchswei in die ε- und p-Formel eingesetzt und die so gewonnenen Zahlen in die Form zur Errechnung von δ ergab im Näherungsverfahren folgende Wert[27] (di gegebenen δ'-Zahlen werden durch Subtraktion von 90° in δ-Werte umg wandelt):

a) 3 *I* bei 360° = 224 *I*:	Jahr 1244,245:	85°10'43,68"
	Wert für das gesuchte Jahr:	85°10'42,8592"
	Jahr 1244,210:	85°10'42,24"
b) 2 *I* bei 360° = 210 *I*:	Jahr 1495,3:	86°34'18,12"
	Wert für das gesuchte Jahr:	86°34'17,1444"
	Jahr 1495,2:	86°34'16,32"

24. Landolt-Börnstein, Neue Serie. Gruppe VI, Band I, (Berlin-Heidelberg-New York, 196 hrsg. v. H. H. Voigt, S. 685.

25. Landolt-Börnstein, 49.

26. Ibid. N. S., Gr. VI, Bd. I, S. 685 (um $\Delta\varepsilon$ erweitert).

27. Die Eigenbewegung μ von αUMi braucht nicht berücksichtigt zu werden; sie beträgt in Jahren nur ca. 2,5", (Landolt-Bornstein, 161, 167 (überschlagsweise berechnet)).

in (ungefähr) höhengleicher Lage am Nordosthimmel für Breiten sehr weit südlich des Äquators. - 1 *I* der *Farqadān* war = 13 *I* der *Naᶜsh*. - Die Höhengleiche trat "kurz nach" derjenigen von β,γ UMi ein.[17]

Neben diesen Sternen wurden noch eine Anzahl weiterer Sternbilder und Einzelsterne, wie z. B. "*al-Murabbaᶜ*" (Cru), "*al-Ḥimārān*" (α,β Cen) u. ä. gelegentlich zu Breitenbestimmungen verwendet.[18]

Zur Diskussion stehen also folgende Werte zur Verfügung:

(1) δ' von αUMi = a) 2 *I* bei 360° = 224 *I* / = 3,2142856°[19]
b) 3 *I* bei 360° = 224 *I* / = 4,8214284°[19]
c) 2 *I* bei 360° = 210 *I* / = 3,4285714°[20]

(2) Δh zw. αUMi und β, γUMi = 7 *I*

(3) Δh zw. β, γUMi und δ, ε, ζUMa = 12 *I*.

2. *Die Ermittlung der Termine anhand der Poldistanzen des Polarsterns*

Untersuchen wir zunächst, auf welche Jahre die δ'. Werte von αUMi tatsächlich fielen (s. Abb. 4).

S = Polarstern
PkS = kürzeste Poldistanz αUMi im Jahre 2102 = 0,46°[21]
PhS = Poldistanz αUMi im Jahre 1900 = 1,2333...°[22]
PgS = Poldistanzen αUMi
a) 2 *I* bei 360° = 224 *I*
b) 3 *I* bei 360° = 224 *I*
c) 2 *I* bei 360° = 210 *I*.

Zu ermitteln sind die drei Zeiten, in denen der Pol die Strecke *PgPh* zurückgelegt hat.

a) $\cos PkPg = \cos PgS : \cos PkS$
b)[23] $n = (2005{,}086'' \pm 0{,}8535'') \cdot T \pm 0{,}00028'' \cdot T^2$

Abb. 4
Wanderung des Himmels
S = Polorstern
Pk = Pol in Jahre 2102
Ph = Pol in Jahre 1900
Pg = Pol in früheren Jahren

17. Ibid., 339; Ferrand II, 36v:15-37r:1 (ders.).
18. Ibid., 339 ff.
19. 1 *I* = 1,6071428°.
20. 1 *I* = 1,7142857°.
21. J. Herrmann, dtv-*Atlas zur Astronomie* (München, 1973). S. 63
22. Landolt-Börnstein, *Zahlenwerte und Funktionen aus Physik. Chemie · Astronomie · Geophysik und Technik*, hrsg. v.A. Eucken, III, Band Astronomie und Geophysik, (Berlin –Göttingen– Heidelberg, 1952), S. 161 (aus d. δ-Wert + 88°46′ umgerechnet).
23. *n* = Geschwindigkeit der Polbewegung; Formel nach Landolt-Börnstein, 49. *T* = Zeit in tropischen Jahrhunderteinheiten.

Zur Messung in *I* wurden in der Hauptsache drei Sternpositionen herangezogen (s. Abb. 3):

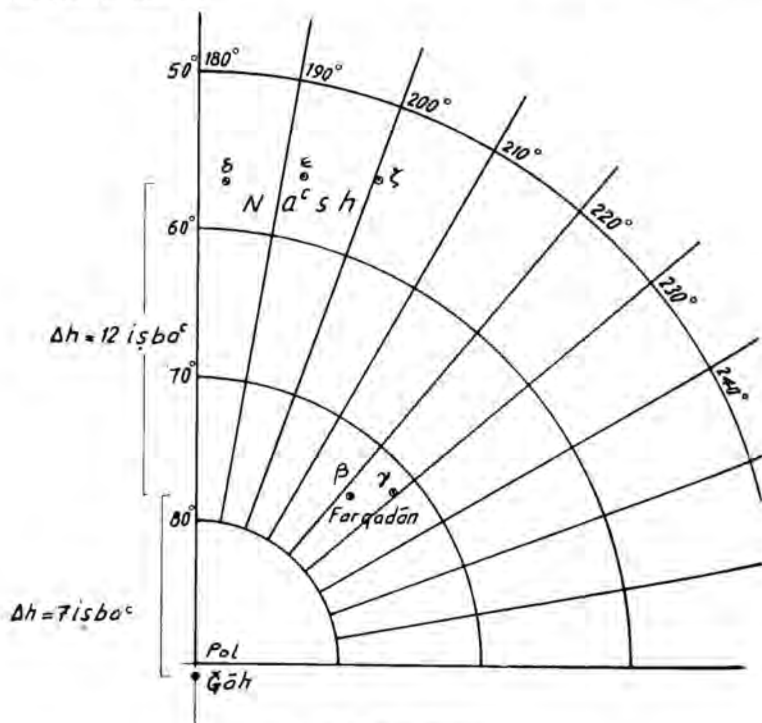


Abb. 3: Meßkonstellationen

(1) der "*Jah*" (αUMi, Polarstern) in seiner unteren Kulmination für nördliche Breiten.[15]

(2) anstelle des Polarsterns die "*Farqadān*" (β, γUMi) bei gleicher Höhe am Nordosthimmel, wenn der *Jāh* in o. g. Position angeblich gleichzeitig nur noch 1 *I* über der Kimm stand, d. h. für Breiten um den und etwas südlich des Äquators. - Dabei war 1 *I* des *Jāh* = 8 *I* der *Farqadān*.[16]

(3) wenn die *Farqadan* verschwanden, die "*Na^c sh*" (δ, ε, ζUMa lt. Tibbets)

15. Ibid., 331 ff.; Ferrand II, 36v:13-14 (*Sul. al-Mahrī*).
16. Ibid., 336 ff.; Ferrand II, 36v:14-15 (ders.)

zwei Strich [der Windrose] beträgt $6\frac{1}{2}$ plus die Hälfte eines Achtel *iṣba*ᶜ ($= 6\frac{9}{16}$ *I*) der *iṣba*ᶜ unserer Höhenmessung. Für uns enthält der Vollkreis [also] 210 *iṣba*ᶜ. Für die Alten betrug [die Differenz] zwischen je zwei Strich 7 *iṣba*ᶜ, der Kreis enthalt 224 *isba*ᶜ. Ersteres ist korrekter. Der Beweis dazu ist: Die größte Höhendifferenz des Polarsterns [zwischen zwei Meridiandurchgängen] beträgt 4 *iṣba*ᶜ. Die Astronomen wissen, daß die [Differenz] zwischen oberer und unterer Kulmination des Polarsterns $6\frac{6}{7}°$ beträgt. Jedes *iṣba*ᶜ wird [folglich] zu $1\frac{5}{7}°$, jeder Grad zu $4\frac{2}{3}$ *zām*...".[13] – Außerdem erwähnen noch die Texte, daß nach den Alten der Abstand Pol-Polarstern 3 *I* betrug.[14]

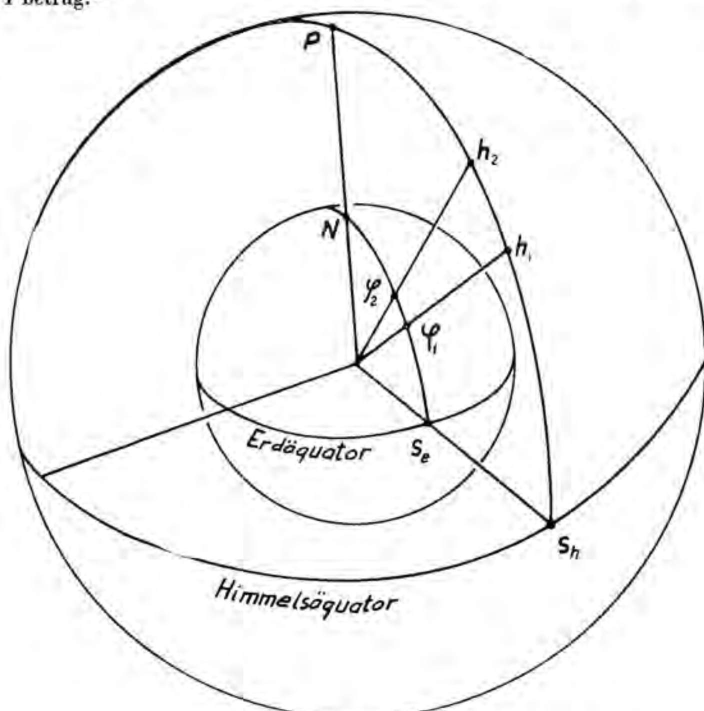


Abb. 2: Iṣbaᶜ und tirfa'
N = Erdnordpol H = Himmelsnordpol W = West PS_h = Meridian d. Himmels
NS_e = Meridian d. Erde $h_2\, h_1$ = iṣbaᶜ = $\Delta\varphi_2, \varphi_1$ = 1 tirfā'

13. Ferrand II 5r: 11 f. (*Sul. al-Mahrī*); s. a. 162v.: 3f.

14. Tibbets, 333.

Für eine noch feinere Einteilung wurden verwendet:[6]

106° 52′ 30″	zw. OzS u. OSO	مطلع ناجد البراق
253° 07′ 30″	zw. WzS u. WSW	مغيب ناجد البراق
95° 37′ 30″	zw. O u. OzS	مطلع المرزم
264° 22′ 30″	zw. W u. WzS	مغيب المرزم
84° 22′ 30″	zw. O u. OzN	مطلع الدبران
275° 37′ 30″	zw. W u. WzN	مغيب الدبران

II. Sternhöhen und Strecken

1. *Die verfügbaren Zahlenwerte*

Sternhöhen werden in *iṣbaᶜ* (Fingerbreite, "Zoll"),[7] niemals in Graden angegeben; sie dienen zur Breitenangabe von Häfen, bestimmten Küstenmarkierungen, wie Kaps, Flußmündungen und dergleichen und Inseln sowie von Positionen auf hoher See bei Kurswechsel.

Der Winkel von einem *iṣbaᶜ*[8] bildet am Himmel ein Bogenstück von einer bestimmten Länge. Wird dieses Stück im Meridian (!) auf die Erdoberfläche projiziert, erhält man ein *tirfā'*,[9] d. h. die Strecke, die ein Schiff in 24 Stunden zurücklegt: ein Etmal (s. Abb. 2). – Oder, um ein Beispiel zu gebrauchen: Steuert ein Schiff 24 Stunden lang direkten Nordkurs, steht der Polarstern am Ende der Fahrt in seiner unteren Kulmination um 1 *I* höher als am Anfang der Reise. Strecken werden jedoch fast nie in *tirfā'*, sondern in *zām*, einer dreistündigen Fahrtstrecke, angegeben. 8 *zām* entsprechen folglich einem *tirfā'*.[10]

Die Maßeinheiten der Sternhöhen und der Strecken zur See stehen also rechnerisch miteinander in engstem Zusammenhang. Für die Eintragung der Örter auf der Karte ist es daher von größter Wichtigkeit, eine exakte Gradzahl für 1 *I* zu ermitteln.

Nach den Nautikertexten des Ibn Mājid und in den früheren Werken des Sulaimān al-Mahrī entsprechen 224 *I* den 360° eines Vollkreises.[11] Die Höhendifferenz zwischen Pol und Polarstern in seiner unteren Kulmination und damit der Abstand selbst beträgt 2 *I*.[12] In einem Werk verwirft Sulaimān al-Mahrī jedoch die Anzahl von 224 *I*. Er sagt: "[Die Differenz] zwischen je

6. Tibbets, 298 (irrig), 157, 31, 87; *BEO*, 275.

7. W. Hinz, *Islamische Maße und Gewichte*, Handbuch der Orientalistik Erg. Bd. 1, Heft 1, (Leiden und Köln, 1970); Tibbets, 313 ff.

8. Im folgenden mit *I* abgekürzt.

9. Tibbets, 517 (mit weiterführenden Angaben).

10. Ibid., 527.

11. Ibid., 76; Ferrand III, 152.

12. Tibbets, 333.

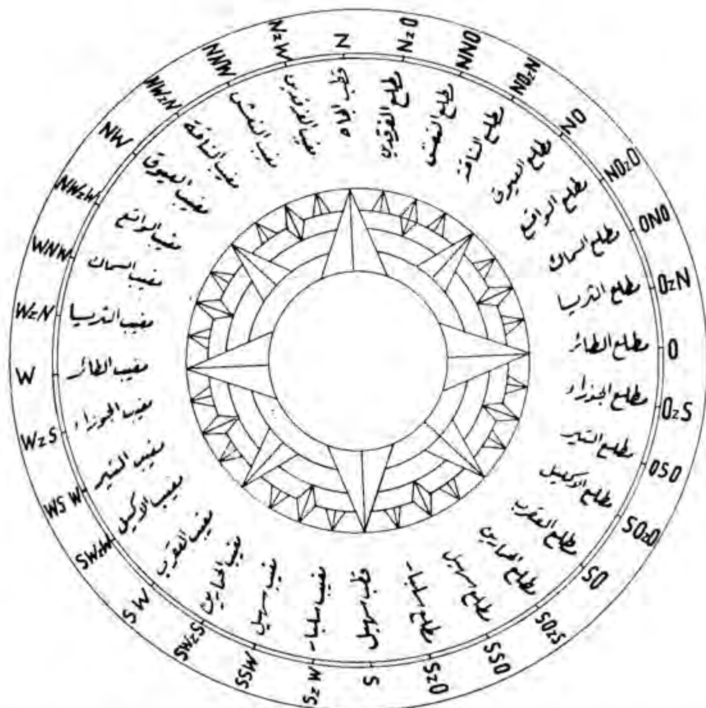


Abb. 1: Die arabische Windrose

Grad	Richtung	arab. Bez.	Grad	Richtung	arab. Bez.
0° 00′	N	قطب الجاه	180° 00′	S	قطب سهيل
11° 15′	NzO	مطلع الفرقدين	191° 15′	SzW	مغيب سلبار (المحنث)
22° 30′	NNO	مطلع النعش	202° 30′	SSW	مغيب سهيل
33° 45′	NOzN	مطلع الناقة	213° 45′	SWzS	مغيب الحمارين
45° 00′	NO	مطلع العيوق (البار)	225° 00′	SW	مغيب العقرب
56° 15′	NOzO	مطلع الواقع (الكاثر)	236° 15′	SWzW	مغيب الاكليل
67° 30′	ONO	مطلع السماك	247° 30′	WSW	مغيب التير (الشعري)
78° 45′	OzN	مطلع الثريا (النجم)	258° 45′	WzS	مغيب الجوزاء
90° 00′	O	مطلع الطائر (شقاق الافلاك)	270° 00′	W	مغيب الطائر (شقاق الافلاك)
101° 15′	OzS	مطلع الجوزاء	281° 15′	WzN	مغيب الثريا (النجم)
112° 30′	OSO	مطلع التير (الشعري)	292° 30′	WNW	مغيب السماك
123° 45′	SOzO	مطلع الاكليل	303° 45′	NWzW	مغيب الواقع (الكاثر)
135° 00′	SO	مطلع العقرب	315° 00′	NW	مغيب العيوق (البار)
146° 15′	SOzS	مطلع الحمارين	326° 15′	NWzN	مغيب الناقة
157° 30′	SSO	مطلع سهيل	337° 30′	NNW	مغيب النعش
168 °45′	SzO	مطلع سلبار (المحنث)	348° 45′	NzW	مغيب الفرقدين

Diese Karte oder eine Kopie davon scheint endgültig verloren zu sein;[2] andere arabische Nautikerkarten des Indischen Ozeans für die Zeit um 1500 oder früher sind bisher nicht bekannt geworden. Es erhebt sich daher die Frage, ob es dennoch möglich ist, anhand der zahlreichen Angaben in den arabischen Nautikertexten[3] Seekartogramme zu rekonstruieren und dadurch ein zuverlässiges Bild von den Vorstellungen und Kenntnissen der arabischen Nautik über den Indischen Ozean und seine Nebenmeere für diese Zeit zu erhalten.

Soweit ich sehen konnte, hat sich bisher Tibbets in seinem Werk "Arab Navigation" an der Rekonstruktion solcher Karten versucht. Als Beilage zu diesem Buch publizierte er sieben Karten teils nach den Angaben aus der arabischen Nautik, teils in moderner Darstellung mit aus den Texten ausgewählten Kursen. - Die Mängel, die diesen Darstellungen jedoch anhaften, sollen noch im einzelnen besprochen werden.

B. Die Konstruktionselemente

Die für die Herstellung eines Kartogramms erforderlichen Angaben bestehen aus

a) Kursen
b) Sternhöhen
c) Strecken.

I. Kurse

Die Kursbezeichnungen orientieren sich in der arabischen Windrose an den hypothetischen Aufgangs- und Untergangsörtern ausgewählter Einzelsterne, Sternpaare oder mehrerer Sterne.[4] Diese Angaben lassen sich ohne Schwierigkeiten unmittelbar in die modernen Bezeichnungen und Gradmaße umsetzen (s. Abb. 1):[5]

2. W. C. Brice, "Early Muslim Sea-Charts", *JRAS* 1977, No. 1, S. 54-55.

3. Hss. 2292 und 2559 der Bibliothèque Nationale Paris; photomech. Reproduktion in 2 Bänden u.d.T. *Instructions Nautiques* v. G. Ferrand, (Paris, 1921-1923 und 1925) sowie ein 3. Band als Kommentar, (Paris, 1928); B 992 Leningrad; 3114 Ẓāhiriya; eine Hs. ohne Nr. aus Baḥrain (s. *BEO*, 24 (1971), 271). Die mir bekannten Edd. sind:

a) Ibn Mājid, *Ḥāwiyat al-ikhtiṣār fī uṣūl ᶜilm al-biḥār*, ed. I. Khoury in *BEO*, 24 (1971), 251-382.
b) Ders., *Al-fawā'id fī uṣūl ᶜilm al-baḥr wal-qawāᶜid*, ed. R. Ḥassan, (Dimashq, 1971). Vollständig übersetzt von Tibbets in *Arab Navigation*, S. 65-268.
c) Sulaimān al-Mahrī, *Al-ᶜumda al-mahrīya fī ḍabṭ al-ᶜulūm al-baḥriya*, ed. I. Khūrī, (Dimashq, 1970).
d) Ders., *Al-minhāj al-fākhir fī ᶜilm al-baḥr az-zākhir*, ed. I. Khūrī, (Dimashq, 1970).
e) T. A. Shumovsky, *Tri nyeizvyestniye lotsii Akhmada ibn Madzida arabskogo lotsmana Vasko da Gami* (Moskau-Leningrad, 1957) (enthält Ibn Mājids drei *Urjūzas as-Sufālīya, al-Maᶜlaqīya* und *at-Ta'īya*).

4. Tibbets, 297; Ferrand III, 91.

5. Namen nach Tibbets ibid.; Ferrand ibid.; Variation nach *BEO*, 275.

Überlegungen zur Herstellung eines Seekartogramms anhand der Angaben in den arabischen Nautikertexten

ŒINHARD WIEBER*

bkürzungen:

- *iṣba*ᶜ
- Jahre in Jahrhunderteinheiten
- Gestirnshöhe
- Geschwindigkeit des Poles des Himmelsäquators
- Präzession
- Kursstrecke
- Kurswinkel
- Differenz

- α Rektaszension
- β ekliptikale Breite
- δ Deklination
- δ' Poldistanz eines Gestirns
- ε Schiefe der Ekliptik
- λ ekliptikale und geographische Länge
- τ Stundenwinkel
- φ geographische Breite

Die Abkürzungen der Namen der Sternbilder richten sich nach: *Meyers Iandbuch über das Weltall*, Bearbeitet von K. Schaifers und G. Traving, Mannheim-Wien-Zürich o. J.), S. 322-325.

I. Einleitung

Als Vasco da Gama im Jahre 1498 Malindi an der ostafrikanischen Küste rreicht hatte, konnte er sich einen Lotsen für die Fahrt nach Indien verschafen, dessen Namen die portugiesischen Berichte mit Malemo Canaqua oder Ialemo Cana, d. h. *Mu*ᶜ*allim* (Navigator) Kanaka (guzerati für Astrologe) ngeben. Im Verlauf einer ersten Unterhaltung – so die portugiesischen Berichte – zeigte der Lotse da Gama eine Karte der ganzen indischen Küste, "die ach Art der maurischen Karten mit zahlreichen Meridianen und Parallelen... ersehen war, aber ohne Angabe der Windstriche. Da die Quadrate [gebildet lurch die Kreuzung] dieser Meridiane und Parallelen sehr klein waren, war lie Richtung der Küste durch die beiden Windrichtungen Nord-Süd und)st-West sehr genau, ohne dass jedoch die Deutlichkeit der Karte litt durch lie Menge [Zeichen für die Richtung] der Winde und der Magnetnadel...".[1]

* Goebenstr. 9, 5300 Bonn 1, West Germany.

1. Editor's Note: Here and in the sequel *EI*¹ stands for *Encyclopaedia of Islam*, 1st ed.; *JRAS* for *ournal of the Royal Asiatic Society*; *BEO* for *Bulletin d'études orientales*, Damas. *EI*¹ IV 390. Zum roblem, ob der Lotse Ibn Mājid war, s. ibid / G. R. Tibbets, *Arab Navigation in the Indian Ocean fore the Coming of the Portuguese*, Oriental Translation Fund, New Series, vol. XLII, (London, 1971), . 9-11.

Foet. form. = *De foetuum formatione*, vol. IV, pp. 652-702 K.

In Hipp. De alim. comm. = *In Hippocratis librum de alimento commentarii I-IV*, vol. XV, pp. 224-417 K.

In Hipp. Epid. II comm. = *Galens Kommentare zu dem II. Buche der Epidemien des Hippokrates ... aus der arabischen Übersetzung des Ḥunain ibn Isḥāq ins Deutsche übertragen von* Franz Pfaff. Corpus Medicorum Graecorum V 10, 1, (Leipzig, Berlin, 1934), pp. 153-410.

Sem. = *De semine*, vol. IV, pp. 512-651 K.

Usu part. = *De usu partium*, vol. III, p. 1 - vol. IV, p. 366 K.

Hippocrates = *Oeuvres complètes d'Hippocrate*. Traduction nouvelle avec le texte grec en regard par Émile Littré, 10 vols., (Paris, 1839-1861). (Cited as "L.").

Alim. = *De alimento*, vol. IX, pp. 94-121 L.

Epid. II = *De morbis popularibus liber II*, vol. V, pp.72-139 L.

Genit. = *De genitura*, vol. VII, pp. 470-485 L.

Nat. puer. = *De natura pueri*, vol. VII, pp. 486-543 L.

Oct. = *De octimestri partu*: Hippokrates, *Über Achtmonatskinder. Über das Siebenmonatskind* (*unecht*). Hrsg., übers. u. erl. von Hermann Grensemann. Corpus Medicorum Graecorum I 2,1, (Berlin, 1968).

Iamblichus, *Theol. arithm.* = *Iamblichi Theologoumena arithmeticae*. Ed. Vittorio de Falco. Bibliotheca Teubneriana, (Leipzig, 1922).

Oribasius = *Oribasii Collectionum medicarum reliquiae*. Ed. Johannes Raeder, 4 vols. Corpus Medicorum Graecorum VI 1-2, (Leipzig, Berlin, 1933).

Al-Ṭabarī = *Firdaws al-ḥikma fī ṭ-ṭibb li*-Abi'l-Ḥasan ʿAlī ibn Sahl Rabban al-Ṭabarī. Ed. Muḥammad Zubair aṣ-Ṣiddīqī, (Berlin, 1928).

VS = *Die Fragmente der Vorsokratiker*. Griechisch und deutsch von Hermann Diels. 10. Aufl., hrsg. von Walther Kranz, 3 vols., (Berlin, 1960-1961).

for us some traces of an embryological tradition of late antiquity which is not documented in the extant Greek medical texts. Thus we learn that shortly before the Arab conquest Byzantine physicians not only revived the quantitative assessments which had existed in older medical embryology, but had been neglected to some extent during the Hellenistic age; they, moreover, supplemented the medical tradition by arithmological notions of Neopythagorean origin, which may be due to the general predilection of the time for number mysticism.

Considering the subsequent development of embryology in Islam, it is worthy of note that the predominance of problems concerning the duration of pregnancy and the stages of prenatal development, which is noticeable with Ibn Māsawaih and other scholars of the early period, decreases with the authors of the classical age such as ar-Rāzī, Ibn Sīnā, or ᶜAlī ibn al-ᶜAbbās al-Majūsī. Though these writers do not completely abandon the traditional numbers, they mention them rather incidentally, paying more regard to the physiological aspect of embryogenesis. Thus, their attitude is closer to that of the Hellenistic physicians such as Galen than to the approach of their Arabic predecessors.

List of Sources

Aristotle = *Aristotelis Opera*, ed. I. Bekker, 2 vols. (Berlin, 1831-1870).

GA = *De generatione animalium*: Aristotle, *Generation of animals.* With an English translation by A. L. Peck, The Loeb Classical Library, (London, Cambridge/Mass., 1963).

HA = *Historia animalium*: Aristoteles, *Thierkunde.* Kritisch-berichtigter Text mit deutscher Übersetzung von H. Aubert und Fr. Wimmer, 2 vols., (Leipzig, 1868).

Metaph. = *Metaphysica*: Aristotle, *The Metaphysics.* With an English translation by Hugh Tredennick, 2 vols. The Loeb Classical Library, (London, Cambridge/Mass., 1961-1962).

Al-Baladī = Abu'l-ᶜAbbās Aḥmad ibn Muḥammad ibn Yaḥyā al-Baladī, *K. Tadbīr al-ḥabālā wa-l-aṭfāl*, Ms. London, Royal College of Physicians, no. 8.

Censorinus = *Censorini De die natali liber*. Rec. Fridericus Hultsch. Bibliotheca Teubneriana, (Leipzig, 1867).

Galen = *Claudii Galeni Opera omnia*. Ed. Karl Gottlob Kühn, 20 vols. Medicorum Graecorum opera quae exstant, vol. 1-20, (Leipzig, 1821-1833). (Cited as "K.")

Egypt in 641.[68] The Arabs regarded Paulus as a foremost authority in matters of obstetrics, surnaming him *al-qawābilī* ("adviser of midwives"). Of his writings, only a medical compendium, in which he does not deal extensively with embryology, has survived in the Greek original, and also in fragments of Ḥunain ibn Isḥāq's Arabic translation. Yet, according to Arabic bibliographical sources, Paulus also composed monographs on the regimen of women and that of children.[69] Al-Baladī does not quote the title of his source, but it is not improbable that he reproduces a fragment of one of these lost books of Paulus. From the close accord of al-Baladī's and Ibn Māsawaih's accounts, which is indicative of a common source, we may conclude that Ibn Māsawaih drew the last chapter of his treatise from Paulus.

The previous discussion has already led us to inquire about the immediate sources of Ibn Māsawaih. As the book presents neither a full account of accessible knowledge on embryology, nor discussions of diverging opinions on particular topics, nor, for that matter, any independent point of view of the author, it can by no means be regarded as an original contribution. Ibn Māsawaih obviously intended to provide a comprehensive textbook assembling generally acknowledged doctrines on the main problems of embryogenesis. As stated in the beginning, his physiological teachings are ultimately derived from Hippocrates and Galen. From the abridged mode of presentation, however, we may infer that he did not himself collect these materials from the originals, but rather utilized one or several embryological compendia, eclectic compilations uniting opinions of the two chief authorities of Greek medicine.

The dependence of the last chapter, displaying Pythagorean influence, from Paulus, could well be an indication that the other Pythagorean notions were also present in Ibn Māsawaih's sources.[70] Whether he relied wholly on Paulus or perhaps drew from some other texts besides, we cannot determine with certainty. To specify the provenance of the arithmological doctrines is likewise impossible because of the conciseness of the fragments. Since the topics of arithmology are so frequently paralleled in ancient literature, only close verbal agreement of longer passages would enable us to identify their precise source.

In any event, it can be stated that the value of Ibn Māsawaih's embryology for the general history of medicine lies mainly in the fact that it preserves

68. We cannot exclude, however, that Paulus only transmitted an older tradition. For Paulus' life and works, cf. Hans Diller, *RE* XVIII 4, col. 2386-2397. As to the Arabic tradition, see Ibn an-Nadīm, *Fihrist*, vol. I, p. 293; Ibn al-Qifṭī, *Taʾrīkh*, pp. 261,16 - 262,5; Ibn Abī Uṣaibiʿa, *ʿUyūn*, vol. I, p. 103, 14 f.; Barhebraeus, *Mukhtaṣar*, p. 103,5-9; Sezgin, *GAS* III 168-170; Ullmann, *Medizin*, p. 86 f.

69. The latter is mentioned only by Ibn Abī Uṣaibiʿa, *ʿUyūn*, vol. I, p. 103,14; cf. Ullmann, *Medizin*, p. 345.

70. Moreover, it is quite unlikely that Ibn Māsawaih was familiar with arithmological literature in tl strict sense.

the basic number, and supplies the difference between the extremes by two mean proportionals, the harmonic (8) and arithmetic (9) means. Tripling the number 6 for *partus maior*, one gets the greater extreme 18, and the mean terms 9 (harmonic) and 12 (arithmetic). Each time, the date of birth[63] is calculated by multiplying the sum of the four terms, either 35 or 45, by the base 6, which results in 210 and 270 days, or 7 and 9 months, respectively.[64]

The figures assumed for 8 and 10 month children obviously do not suit the Pythagorean scheme. To be sure, the greater extremes may be regarded as multiples of the basic number 6, but the intermediate terms do not exhibit those particular regularities required by the Pythagorean proportion.[65] It is quite clear that they were admitted only in order to fit the sums 40 and 50, which are designated by medical tradition, just keeping as close as possible to the terms of *partus minor* and *maior*.[66] So we may safely conclude that they were added by a physician who was more interested in completing the data of the Hippocratic pattern than in pursuing mathematical consistency. However, it is possible that he had not even grasped the rule underlying the Pythagorean numerical sequence.

Whom, then, may we credit with the incorporation of Pythagorean embryological number speculation into the medical tradition derived from Hippocrates? Beyond doubt, it was not performed by Ibn Māsawaih himself. Exactly the same theory, though somewhat different in phrasing, is communicated by al-Baladī[67] (4th/10th cent.) on the authority of Paulus of Aegina, a Byzantine physician who lived in Alexandria at the time of the Arab conquest of

Theol. arithm., p. 42,19 ff.; cf. Robbins, *Tradition*, p. 103 ff.; Burkert, *Weisheit*, p. 408, note 31. Some authors even call the 6 *gennētikōtatos*, though on the ground that it is the product of male (3) and female (2), s. Robbins, *Tradition*, p. 105.

62. For *partus minor* cf. Varro in Censorinus XI 2-5 (p. 19,6 20,2); cf. Roscher, *Hippokratische Schrift*, p. 51.

63. The first movement of the child is disregarded in arithmological texts.

64. Both types discussed by Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 51,7-24, s. also ibid., p. 63 f. In Varro's calculation of *partus maior* (in Censorinus XI 6-8; p. 20,2-25) there seems to be some mistake. Instead of computing the triple ratio of the proportion based on 6, he takes 7 as basic number. Thus, in order to arrive at the date of birth–280 days instead of 270– by multiplication by the base 7, he has to propose 40 days (not 45) for the period of formation. Probably he was influenced by the Hippocratic determination of the normal gestational period as seven tessaracontades ($280 = 7 \times 40$), cf. Hippocrates, *Oct.* 4, 6; 10, 4 (CMG I 2, 1; p. 88, 14; 96,7-11 Grensemann). Anyhow, he is not able to list numerical values for the other three terms, since the sum of the progression: base - harmonic mean - arithmetic mean - multiple of the base, would not amount to 40 if the starting point is 7, not to mention the fact that the mean proportionals between 7 and 14 are not integers. Cf. also Robbins, *Tradition*, p. 117, who (note 3) draws attention to a passage on nine month children in Augustine which seems to agree closely with Ibn Māsawaih's statements. On *partus maior* cf. also Roscher, *Hippokratische Schrift*, p. 47 f.; 58 f.

65. In both cases at least the harmonic means would result in fractions.

66. Cf. in particular the terms of the third column.

67. Al-Baladī II 18, Ms. pp. 103-105.

As for the numbers on the left, Ibn Māsawaih does not give reasons for hi selection. The terms do not appear in the preserved Greek medical texts nevertheless we are able to prove their pre-Islamic origin. As could be expected they are of the same provenance as the numerical speculations discussed before The sequence of numbers put forth for a seven month pregnancy clearly point to Pythagorean music theory, since 6, 8, 9, 12 may be combined in three ratio which correspond to the basic harmonies of the musical scale, viz. the harmoni intervals: octave (12:6 or 2:1), fifth (9:6 or 3:2), and fourth (8:6 or 4:3),[54] these numbers conforming to the four fixed strings of the Greek lyre.[55] In mathematical terms, 8 is the harmonic and 9 the arithmetic mean betweer the two extremes 6 and 12.[56]

The fundamental discovery that musical harmonies can be measured by these four numbers, the proportions of which may be expressed by certain mathematical formulae, stimulated scholars to trace the influence of this significant number series elsewhere in nature. Thus, it does indeed turn up in pre-Islamic literature in connection with developmental stages of the embryo though not in medical texts, but in Neopythagorean treatises on the theology of numbers,[57] one source even relating it to the same four periods as Ibn Māsawaih, namely the Latin doxographical book *De die natali*, composed in 238 A.D. by Censorinus.[58] These accounts, which seem to be ultimately derived from a common source,[59] elucidate the peculiar considerations leading to the association of these terms with embryology.

We learn that Pythagorean embryology allowed for only two different periods of gestation, 7 months (*partus minor*) and 9 months (*partus maior*).[60] The calculation of the intervals of development is explained as follows. Both sets of terms are led by the number 6, since 6 belongs to the perfect numbers that is to say, numbers which are equal to the sum of their factors ($1 + 2 + 3 = 6$).[61] As for *partus minor*,[62] one finds the greater extreme 12 by doubling

54. Cf. Aristotle, *Metaph.* XIV 6. 1093a 29; Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 30,5-15; s. Delatte *Etudes*, p. 258; van der Waerden, *Harmonielehre*, p. 167 ff. The reduced ratios of the intervals ar produced from the numbers of the *tetraktys*, cf. van der Waerden, *Harmonielehre*, p. 178 ff., and R XXIV, col. 278; von Fritz, *RE* XXIV, col. 200 f.

55. See van der Waerden, *Harmonielehre*, p. 173, 184, and *RE* XXIV, col. 278.

56. Cf. *VS* 47 B 2; Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 43,9-14; s. van der Waerden, *Harmonielehre*, p 181 f.; Burkert, *Weisheit*, p. 417 f.

57. I choose Iamblichus' *Theologoumena arithmeticae* as a comparatively late example which i compiled from various treatises on the decade, cf. Wilhelm Kroll, *RE* IX 1, col. 645-651, esp. co 647 and 650.

58. S. Georg Wissowa, *RE* III 2, col. 1908-1910. Censorinus is dependent on a lost work by M Terentius Varro (1st cent. B. C.), cf. Hellfr. Dahlmann, *RE* Suppl. VI, col. 1172-1277, esp. col. 1267.

59. For the descent and interrelationship of Greek arithmological texts cf. in particular the article of Robbins, *Posidonius*, pp. 309-322, and *Tradition*, pp. 97-123.

60. Cf. Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 162.

61. I.e. numbers of the form $2^n(2^{n+1}-1)$, provided that $2^{n+1}-1$ is prime. See Iamblichu

The last chapter of the treatise is concerned with the exact lengths of the successive developmental stages, which are listed separately for seven, eight, nine, and ten month children. It is partly based on a passage in the Hippocratic book *De alimento*,[51] where three periods are distinguished: the intervals from conception to formation, to first movement, and finally to birth. The figures set forth for each step make up definite ratios which are constant for each of the four types of pregnancies:[52] the first period is to the second as 1 is to 2, the second to the third as 1 is to 3. Ibn Māsawaih, however, modifies the Hippocratic pattern by subdividing the first period into four steps, which he defines as foam-like (*shabīh bi-r-raghwa*), blood-like (*shabīh bi-d-dam*), flesh-like (*shabīh bi-mudghat al-laḥm*), and the formed state (*tatimmu ṣūratuhū*) of the semen. A similar division is mentioned by Galen and Athenaeus of Attalia (1st cent. B.C.), though their definition of the four phases is slightly different. Galen, moreover, does not adduce concrete numerical values for their length; Athenaeus' figures are based on an enneadic series, each period comprising 9 days,[53] whereas Ibn Māsawaih employs another numerical proportion as shown by the following table. The figures should be understood as standing for days. The periods to the right of the double line, which correspond to the Hippocratic ones, refer to the complete periods from conception to the stages indicated in the headings. The terms to the left, on the contrary, refer only to the intervals between the various events.[53a]

period of gestation	foam	blood	flesh	shape	shape (total)	movement (× 2)	birth (× 3)
7 months	6	8	9	12	35	70	210
8 months	6	10	9	15	40	80	240
9 months	6	9	12	18	45	90	270
10 months	6	8	12	24	50	100	300

is the first organ to develop, s. *Foet. form.* 3 (IV 660 ff. K.); cf. Bloch, *Embryologie*, p. 49 ff.; Balss, *Zeugungslehre*, p. 236; Adelmann, *Malpighi*, p. 747.

51. Hippocrates, *Alim.* 42 (IX 112 L.).

52. The numbers moreover stand in particular proportions to the whole length of pregnancy calculated in months: The three terms are multiples of 7 for seven month children, multiples of 8 for eight month children, etc.; cf. Karl Deichgräber, "Pseudhippokrates: Über die Nahrung", *Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Abhandl. d. geistes- u. sozialwiss. Kl.* 1973,3, (Mainz, 1973), p. 59.

53. Galen, *Sem.* I 9 (IV 542 f. K.), and *In Hipp. De alim comm.* IV 14 (XV 400 K.); cf. Bloch, *Embryologie*, p. 48; Lachs, *Gynaekologie*, p. 29; Balss, *Zeugungslehre*, p. 236; Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 153; Adelmann, *Malpighi*, p. 747. For Athenaeus, s. Oribasius XXII 9 (CMG IV 2,2; IV 105 Raeder); cf. Max Wellmann. *Die pneumatische Schule bis auf Archigenes.* Philologische Untersuchungen 14, (Berlin, 1895), p. 152; Balss, *Zeugungslehre*, p. 236; Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 161.

53a. Most of the numbers are miswritten in the manuscript. It should be noticed that these periods do not agree with those mentioned before with reference to the development of male and female embryos, s. above, p. 5 f.

The second term, 9, is based on the first odd, 3, the excellence of which is clear from the essential superiority of odds as compared to evens. As 9 is 3 times 3, it shares entirely in the virtue of its factor,[46] so that a child born after the period measured by 9 will witness no harm. Finally, 10 months are, no doubt, an excellent period for birth because they are in accordance with the most perfect number 10.[47]

Now Ibn Māsawaih turns to the physiological causes of birth, referring to the Hippocratic assumption that birth is induced by an activity of the child. Towards the end of pregnancy, when the infant has already grown quite big, it requires more food than the uterus is able to supply. Therefore, it strives to get out in order to find sufficient nourishment, and, moving about violently, tears up the membranes which, thus far, had supported him in the womb. The event of human birth is compared to the hatching of birds, which, as soon as they have consumed the nourishment contained in the egg, crack the shell and come out.[48]

The inquiry concerning birth concludes the systematic chronological account of embryogenesis. It is followed by two additional sections, the first of which deals with the differentiation of the principle organs. Twenty-four hours after conception, the semen becomes inflated (*yantafikhu*). In the middle of it, there occurs a fissure from which the navel is to develop, since navel and umbilical cord are formed at the very beginning because they perform the act of feeding the embryo.[49] During the following period, the heart is moulded, for it is the source of innate heat and thus the seat of life itself. It is succeeded by the brain and the spinal cord, from which emanate movement and sense perception.[50] The remaining members are not dealt with in detail.

(Leipzig, 1906), p. 114, 116; F. E. Robbins, "The tradition of Greek arithmology", *Classical Philology*, 16 (1921), 100 ff.; Burkert, *Weisheit*, p. 232, note 58; 443 and note 13. For the notion of generation cf. also the quotation from Speusippus in Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 84,3-6, where this doctrine is expressed in mathematical terminology: numbers up to 5 are called submultiples because their multiples fall into the range of the first decade, whereas the following numbers up to ten are called multiples, with the sole exception of 7, which answers none of the two definitions. Al-Ṭabarī (II 1,2; p. 33,29 - 34,4) gives another reason for 7 and 9 as periods of birth: As odds are superior to evens, periods exclusively constructed of odds ($9 = 3 \times 3$; $7 = 3 + 3 + 1$) are most suitable for the accomplishment of pregnancy.

46. Cf. Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 78,14 ff.

47. See above, p. 5 and 7.

48. Hippocrates, *Nat. puer.* 30 (VII 534-536 L.); cf. Fasbender, *Entwickelungslehre*, p. 125 f.; Bloch, *Embryologie*, p. 21; Balss, *Zeugungslehre*, p. 208; Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 164.

49. See Hippocrates, *Nat. puer.* 12 (VII 486-488 L.); cf. Fasbender, *Entwickelungslehre*, p. 87 ff.; Bloch, *Embryologie*, p. 17 f. Cf. also al-Ṭabarī II 1,1 (p. 32,3-5).

50. See also al-Ṭabarī II 1,1 (p. 32,14-16). This conforms to the Aristotelian assumption, *GA* II 4. 740a 3; II 6. 742b 35, 743b 26 (cf. Bloch, *Embryologie*, p. 35 ff.; Balss, *Zeugungslehre*, p. 235; Diepgen *Frauenheilkunde*, p. 138 f.; Lesky, *Zeugungslehren*, p. 142 ff.; Adelmann, *Malpighi*, p. 742 f.), though Aristotle seems to believe that the navel is formed subsequent to the heart, s. *GA* II 4. 740a 27. Conversely, Galen in his later period adopted the view that the liver, being the seat of vegetative life

nism and late antiquity by the Neopythagorean sect with reference to the old school of Pythagoras. The Pythagorean glorification of number as the principle of cosmic order,[36] and the peculiar reverence paid to the decade,[37] had given rise to an intricate mystical form of arithmetic called the theology of numbers,[38] the subject of which was the characteristics and deeper meanings of the first ten integers. Their mathematical properties were correlated with the physical virtues of objects measured by them,[39] parallelism being interpreted as identity, coincidence as causality, revealing the divinity of those numbers and their significance for the construction of the universe.[40]

From Pythagorean number symbolism Ibn Māsawaih adopts the notion of generation in order to explicate the virtues of 7, the first possible duration for a live birth,[41] generation of numbers being defined as production by duplication.[42] It bears a twofold aspect: generating (*muwallid*), and being generated (*mutawallid*). If we classify the numbers of the decade according to these two categories, we shall find three different types. There is one number which is nongenerated but generating, viz. 5, which, firstly, is odd and thus no multiple of 2, and secondly, produces 10 when doubled.[43] The 4, on the other hand, is both generated and generating, being a multiple of 2, and, in turn, producing 8 as its multiple.[44] Of the number 7, however, neither of these two properties may be predicated, since 7 as an odd number is nongenerated, and though it may, of course, be doubled, it has to be regarded as nongenerating because its multiple, 14, does not fall into the range of the first decade. Due to this extraordinary status, being beyond both aspects of generation,[45] 7 is most suitable for measuring the period of embryonic development.

36. They held that the universe is constructed out of numbers which constitute the properties and states of sensible things, s. Aristotle, *Metaph.* XIII 6. 1080b 3; I 5. 986a 1; XIV 3. 1090a 21.

37. See above, p. 5.

38. Modern scholars prefer the term *arithmology*, following Delatte, *Etudes*, p. 139. The designation "theology of numbers" was chosen, since the starting point of arithmology is the identification of certain units with particular gods and their epithets, cf. Delatte, *Etudes*, p. 141 ff.

39. Even attributes and ethical virtues such as "justice" or "opportunity" were related to particular numbers, cf. Aristotle, *Metaph.* I 5. 985b 23; XIII 4. 1078b 21; s. Delatte, *Etudes*, p. 139.

40. Cf. Aristotle, *Metaph.* XIV 6. 1093a 1.

41. As for the following, cf. also *VS* 58 B 1a (p. 450,6-8).

42. Or maybe by multiplication by any factor you chose. From the few examples explicated by Ibn Māsawaih it cannot be ascertained whether he considers the odds in total as ungenerated (cf. Aristotle, *Metaph.* XIV 3. 1091a 23) or just the primes.

43. Arithmologists call the 5 also *gamós* ("marriage"), s. Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 30,17 ff.; cf. Roscher, *Hippokratische Schrift*, p. 49; Burkert, *Weisheit*, p. 422 f.; s. also Aristotle, *Metaph.* XIII 4. 1078b 23. The reasons given by Iamblichus point to yet another concept: 5 is the sum of a male (3) and a female (2) number (for male and female numbers see above).

44. Cf. Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 72,16 f.: *mónou kai gennóntos háma kai gennoménou.*

45. The assertion that 7 is *oúte gennân oúte gennâsthai* was already ascribed to Philolaus (*VS* 44 B 20); cf. Roscher, *Hippokratische Schrift*, p. 61 ff.; Roscher, "Die Hebdomadenlehren der griechischen Philosophen und Ärzte", *Abhandl. der Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, phil.-hist. Kl.* 24,6,

gorean arithmology the numbers 1 and 2 have an extraordinary status, being regarded as principles.[27] The identification of odd with male and even with female is apparently an archetypical notion adopted in various cultural fields all over the world.[28] The fact that the odd precedes the even in the sequence of numbers[29] is additional evidence for the assumption that the male, which corresponds to odd, precedes the female in the achievement of bodily shape the periods being measured by the first odd and even multiples of the "perfect" decade respectively.

The same difference between male and female is noticeable with respect to the date of the first movement exhibited by the embryo in the womb. With males, it normally occurs after three, with females after four months of pregnancy – figures which are likewise taken from the Hippocratic collection.[30] This time, Ibn Māsawaih explains the difference by the well-known doctrine that the male organism possesses a greater amount of heat.[31] Since heat is considered as the main agent in every natural process, it is responsible for the swifter development of males. The same argument was applied by Galen to account for the divergent periods of formation.[32]

The aforementioned three or four months are to be taken as approximate durations, proving valid with pregnancies of normal length, namely nine months. As a rule, the first movement takes place after one third of the whole period of gestation,[33] an assertion based on the Hippocratic belief that the times elapsed from conception to first movement and to birth, respectively bear the definite ratio of 1 to 3.[34]

In fact, there are essentially three kinds of semen, which are distinct in speed of development, and three corresponding possible times of birth, viz at seven, nine or ten months. Eight month pregnancies are not taken into account, probably because eight month children were generally considered as non-viable.[35] A child born before the complete expiration of the time appropriate for it will not be safe and sound. But why just these three periods? The answer is provided by number speculation, as it was developed in Helle-

27. Cf. *VS* 58 B 1a (p. 449,2-4); s. Burkert, *Weisheit*, p. 408 f.; see also Aristotle, *Metaph.* XIII 7 1081b 17.

28. See Burkert, *Weisheit*, p. 444, 450.

29. Cf. Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 83,13.

30. Hippocrates, *Nat. puer.* 21 (VII 510 L.); cf. Fasbender, *Entwickelungslehre*, p. 92; Balss, *Zeugungslehre*, p. 235; Blersch, *Sexus*, p. 23; Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 154.

31. Cf. Aristotle, *GA* IV 1. 765b 16; cf. Balss, *Zeugungslehre*, p. 241.

32. Galen, *Sem.* II 5 (IV 631 ff. K.), also attributes some influence to the greater dryness of males cf. Blersch, *Sexus*, p. 100. S. also Aristotle, *GA* IV 6. 775a 10.

33. In this context, the distinction between male and female is not taken into account.

34. Hippocrates, *Epid. II* 3,17 (V 116 L.), and Galen's commentary, *In Hipp. Epid. II comm III* (CMG V 10,1; p. 295 f. Pfaff); s. also Hippocrates, *Alim.* 42 (IX 112 L.), and Galen, *In Hipp. De alim. comm. II* 20 (XV 407 f. K.). Cf. also the reference in Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 64,13-17.

35. Cf. Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 161.

develop slowly, whereas males who resemble form, which is the active principle of the world, are not affected by the inertia of matter. This argument is obviously derived from the Aristotelian antithesis of form and matter as universal causes of generation which plays an important part in Aristotle's embryology. The dualistic approach to generation, however, implies that the female contribution to reproduction consists only in the material out of which the embryo is formed, i.e. menstrual blood, while the semen, which conveys the dynamic principle and endows the matter provided by the female with the ability to develop, comes exclusively from the male.[22] Since in the preceding, Ibn Māsawaih attributed the production of semen to both sexes, the matter-form argument is not consistent with his fundamental concept of reproduction.

The assumption of thirty and forty days for the times of formation is substantiated by arguments ascribed to Pythagoras (Būdajūras) and his followers, which are not to be found in pre-Islamic medical literature. The two numbers may be resolved into the factors 10, and 3 or 4 respectively. 10 is a perfect (*tāmm*) number because the totality of numbers is contained in it, the Pythogoreans admitting only the units of the first decade as basic numbers, for the succeeding ones are constructed from them and, thus, are to be regarded as mere repetitions.[23] The denotation "perfect" points to the Pythagorean *tetraktys* ("foursome"), a formula expressing the special mathematical property of 10 to represent the sum of the first integers through 4 $(1 + 2 + 3 + 4 = 10)$.[24] The *tetraktys* was held not only to encompass the very nature of the number system, but to control the harmony whereby the world is ordered.[25]

The number 3 is the first odd, 4 the first even number,[26] because in Pytha-

22. Aristotle, *GA* I 2. 716a 5; I 20. 729a 9; I 21. 730a 25; II 1. 732a 8; II 4. 738b 20, 740 b 25; IV 1. 766b 12; s. also Galen's discussion of the Aristotelian concept, *Sem.* I 3 (IV 516-519 K.); cf. Bloch, *Embryologie*, p. 26 ff.; Balss, *Zeugungslehre*, p. 228; Blersch, *Sexus*, p. 67 ff.; Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 125, 147 f.; Gerlach, *Samen*, p. 184; Esser, *Anteil*, p. 523; Lesky, *Zeugungslehren*, p. 134 ff.; Howard B. Adelmann, *Marcello Malpighi and the Evolution of Embryology* (Ithaca, New York, 1966), vol. II, p. 739; Preus, *Galen's Criticism*, p.78.

23. Cf. Aristotle, *Metaph.* XIII 8. 1084a 12; Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 80,10-15; s. Armand Delatte, *Etudes sur la littérature pythagoricienne*. Bibliothèque de l'École des Hautes Études. Sci. hist. et philol. 217, (Paris, 1915), p. 256.

24. S. Aristotle, *Metaph.* XIII 8. 1084a 29; Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 80,6 ff.; 83,6 f.; 86,9 f. The *tetraktys* was represented by ten points or pebbles (*psèphoi*) arranged in an equilateral triangle: ∴ Cf. Delatte, *Etudes*, pp. 249-268, esp. 256 f.; Wilhelm H. Roscher, "Die hippokratische Schrift von der Siebenzahl und ihr Verhältnis zum Altpythagoreismus", *Berichte über die Verhandl. der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, phil.-hist. Kl.* 71, 5, (Leipzig, 1919), pp. 45-47; Bartel L. van der Waerden, "Die Harmonielehre der Pythagoreer", *Hermes*, 78 (1943), 178 f.; Kurt von Fritz, *RE* XXIV, col. 200; Walter Burkert, *Weisheit und Wissenschaft. Studien zu Pythagoras, Philolaos und Platon.* Erlanger Beiträge zur Sprach- und Kunstwissenschaft 10, (Nürnberg, 1962), p. 63 f.; 170 f.; 377; 442.

25. S. Philolaus, *VS* 44 B 11; cf. Aristotle, *Metaph.* I 5. 986 a 9; cf. Frank Egleston Robbins, "Posidonius and the Sources of Pythagorean Arithmology", *Classical Philology*, 15 (1920), p. 310 f.

26. Cf. Iamblichus, *Theol. arithm.*, p. 14,17 f.; 17,4; 23,8 f.

eunuchs.[15] This difference accounts for a difference in function, female semen serving mainly as nourishment for the male semen during the first seven days after conception. Later on, the embryo is fed by menstrual blood of the mother, but since in the beginning the semen is not yet strong enough to digest blood, it has to be nourished by the female semen, a substance which by its nature is more akin to it than blood.[16]

Subsequently, three membranes are formed around the semen. The chorion (*mashīma*) consists of arteries and veins which pass the maternal blood on to the child. The second membrane, being of oblong shape, is called in Greek *allantois*[17] which means in Arabic *lafā'ifī* ("gut-like"). It is created to collect the embryo's urine, while the third membrane, the *amnion*,[18] serves as a receptacle for its sweat. The description of the membranes and their functions apparently reflects Galenic teaching, though much abbreviated, the particulars of their formation and relative position even being omitted.[19]

Greek physicians and natural philosophers almost unanimously held the opinion that males develop more swiftly than females,[20] their external features being established earlier, but diverged about the exact period in which the two sexes achieve human appearance. Ibn Māsawaih's figures for the two periods of formation are similar to those proposed by the Hippocratic author of *De natura pueri*,[21] thirty days for males and forty for females. According to Ibn Māsawaih, the general cause for the difference lies in the fact that the nature of females is close to matter. Thus, being passive like matter, they

semen does not apply to the parents but to the sex of the child: males develop from thick, females from thin semen, cf. Heinrich Fasbender, *Entwickelungslehre, Geburtshülfe und Gynäkologie in den hippokratischen Schriften* (Stuttgart, 1897), p. 81 f.; Bloch, *Embryologie*, p. 15; Balss, *Zeugungslehre*, p. 260; Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 126, 146; Gerlach, *Samen*, p. 181 f.; Esser, *Anteil*, p. 494 f.; Lesky, *Zeugungslehren*, p. 82.

15. Aristotle, *GA* I 20. 728a 18, compares the woman with an infertile man. S. also *GA* II 3. 737a 27; IV 6. 775a 15, and Galen, *Usu part.* XIV 6 (IV 158; 161 f. K.); cf. Balss, *Zeugungslehre*, p. 230; Lesky, *Zeugungslehren*, p. 134.

16. Galen, *Sem.* II 4; *Usu part.* XIV 11 (IV 623; 188 f.K.); see also *Sem.* I 7; II 1 (IV 536; 600 K.); cf. Johann Lachs, "Die Gynaekologie des Galen", *Abhandlungen zur Geschichte der Medizin* 4, (Breslau, 1903), p. 30, 35; Balss, *Zeugungslehre*, p. 229; Konrad Blersch, *Wesen und Entstehung des Sexus im Denken der Antike* (Thesis; Tübingen, Stuttgart, 1937), p. 102; Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 149; Gerlach, *Samen*, p. 189; Lesky, *Zeugungslehren*, p. 180; Preus, *Galen's Criticism*, p. 83. S. also Aristotle, *GA* II 4. 740b 6.

17. Ms.: *allaṭū'idīs*.

18. Ms.: *amiyūs*.

19. S. Galen, *Usu part.* XV 4 and 5; *Sem.* I 10; *Foet. form.* 2 (IV 224; 231-234; 547 f.; 655-657 K.); cf. Lachs, *Gynaekologie*, p. 28; Balss, *Zeugungslehre*, p. 238; Diepgen, *Frauenheilkunde*, p. 151 f.

20. S. Hippocrates, *Nat. puer.* 18 (VII 504 L.), who explains this by the weaker and more humid constitution of female semen (s. above, note 14); s. also Aristotle, *GA* IV 6. 775a 10, and (Pseudo-) Aristotle, *HA* VII 3. 583b 2. Cf. Bloch, *Embryologie*, p. 39; Balss, *Zeugungslehre*, p. 241.

21. Hippocrates, *Nat. puer.* 18 (VII 498-500 L.), however, sets forth 42 days for females, s. Fasbender, *Entwickelungslehre*, p. 91 f.; Bloch, *Embryologie*, p. 19; Blersch, *Sexus*, p. 21 ff.

preference for calculations of the fetation periods. Indeed, Ibn Māsawaih's treatise gives a good idea of this line of embryological thinking predominant in early Islamic times. With the physiology of embryogenesis he deals rather briefly, depending mainly on the Hippocratic treatises *De genitura* and *De natura pueri* and on Galen's *De semine*,[9] whereas more than half of the text is devoted to the periods of gestation and fetation which are explained by arguments of number theory.

Ibn Māsawaih goes right into the subject by stating that the embryo is generated from male and female semen which mingle in the uterus.[10] The way in which male and female contribute to reproduction had been a much debated question in Greek embryology. One group of scientists was of the opinion that the female, besides providing the place for the embryo, merely performs a nutritive function, while others assumed that both sexes emit semen.[11] In the second century A.D., a concept was elaborated by Galen which was to become authoritative for subsequent times. Based on the detection of the female gonads by the Alexandrian anatomist Herophilus (3rd cent. B.C.),[12] he postulated that the function of the ovaries is analogous to that of the male testes, producing semen, which is transported to the womb through the uterine tubes, which he correctly analogized with the male seminal ducts.[13]

Ibn Māsawaih, moreover, follows Galen in the assumption that the semens of the two sexes are not wholly equivalent to each other, male semen being more effective because of its greater consistency, whereas the semen emitted by the female is thin,[14] resembling, as Ibn Māsawaih adds, the semen of

9. Yet these authors are not quoted explicitly.

10. Cf. Hippocrates, *Genit.* 5 (VII 478 L.); Galen, *Sem.* I 7; II 1 (IV 536; 596 K.); s. Bruno Bloch, Die geschichtlichen Grundlagen der Embryologie bis auf Harvey", (*Nova Acta Leopoldina* 82,3, (Halle, 04), p. 45 f.; Heinrich Balss, "Die Zeugungslehre und Embryologie in der Antike", *Quellen und Studien r Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin*, 5 (1936), 231 f.; Walter Gerlach, "Das Problem s 'weiblichen Samens' in der antiken und mittelalterlichen Medizin", *Sudhoffs Archiv*, 30 (1938), 19; Anthony Preus, "Galen's Criticism of Aristotle's Conception Theory", *Journal of the History of iology*, 10 (1977), 83.

11. Cf. specially Gerlach, *Samen*, pp. 177-193, and Albert Esser, "Über die Bedeutung des männichen und weiblichen Anteiles an der Zeugung in altindischer und altgriechischer Auffassung", *Die nedizinische Welt*, 18 (1944), 491-495; 523-525.

12. Cf. the fragment transmitted by Galen, *Sem.* II 1 (IV 596 f. K.); s. Lesky, *Zeugungslehren*, p. 162 f.; Paul Potter, "Herophilus of Chalcedon: an assessment of his place in the history of anatomy". *Bulletin of the History of Medicine*, 50 (1976), 55-57.

13. Galen, *Sem.* II 1 (IV 593 ff. K.); cf. Lesky, *Zeugungslehren*, p. 178 f.; Hubertus Plange, *Zusammenstellung der bei Galen auftretenden wichtigsten Theorien über die Sexualität unter besonderer Berücksichtigung der Beziehungen zwischen Temperament und Sexus* (Thesis; München, 1964), p. 9 ff. But according to Potter (*Herophilus*, p. 56 f.), the attachment of the tubes to the uterus may have been described correctly already by Herophilus.

14. Galen, *Sem.* I 4; I 7; II 4; *Usu part.* XIV 6 (IV 526; 536; 623; 164 f. K.); cf. Gerlach, *Samen*, p. 188; Lesky, *Zeugungslehren*, p. 180; Plange, *Sexualität*, p. 12. According to Hippocrates, *Genit.* 6 and *Nat. puer.* 18; 21; 31 (VII 478; 504; 510; 540-542 L.), the distinction between male and female

than forty monographs on various special subjects, probably drawing chiefly upon Syriac translations of Byzantine books.[4] Among his writings, of which only part has come down to us,[5] is a short book entitled *al-Maqāla fi'l-Janīn wa-kawnihī fi'r-raḥim* (*Treatise on the Embryo and its Development in the Womb*).[6]

In antiquity, reproduction and embryogenesis, those fundamental phenomena of life, were dealt with not only in medicine but also in natural philosophy.[7] Since the processes going on in the womb are not open to direct observation, the empirical knowledge on the development of the embryo was limited to rather incomplete and accidental facts gained from the examination of abortuses and occasional dissections of pregnant animals. Therefore, in order to arrive at a comprehensive rational understanding of the laws of reproduction, scholars were forced to compensate for the scarcity of observational data by speculation and conclusions from analogy. This applies in particular to the determination of the stages of prenatal development and their duration, for in this respect results of animal dissections could not be transferred to human beings because of different lengths of their gestation. Thus, a main characteristic of early Greek embryology is the attempt to fit the few positive data concerning these periods into numerical schemata[8] which were mostly elaborated in analogy to regular patterns discovered in other natural phenomena. As could be expected from their weak empirical foundation and the a priori character of the arguments employed, most of these systems deviate far from the truth.

In Hellenistic times, the interest in numerical data of pregnancy diminished, since physicians now recognized that in view of the individual variations in gestational length the empirical knowledge at hand was not sufficient to accomplish a correct and generally valid numerical theory of embryogenesis. In late antiquity, however, the figures put forth by the older authorities made their reappearance in Byzantine medical compendia which were intended to cover the whole tradition of the ancients.

As the Arabs first became acquainted with the teachings of their immediate forerunners, we may detect in the earliest Arabic medical literature a certain

4. Cf. Max Meyerhof, "Die Augenheilkunde in der von Budge herausgegebenen syrischen ärztlichen Handschrift", *Islam*, 6 (1916), 266.

5. So far, four of them have been edited by Paul Sbath, cf. Sezgin, *GAS* III, p. 233 f., no. 1,6,9,10.

6. The book, mentioned by Ibn Abī Uṣaibiʿa (*ʿUyūn*, vol. I, p. 183, 15) as *K. al-Janīn*, is preserved as an unique manuscript in Baghdad, Maktabat al-Matḥaf al-ʿIrāqī, no. 249, fol. 242b-246a (dated 9th cent. H.): cf. Sezgin, *GAS* V, p. 409. I would like to express my sincerest gratitude to Professor Fuat Sezgin, who has drawn my attention to that treatise and kindly provided me with a copy of his microfilm of the manuscript.

7. An extensive account and interpretation of ancient theories of reproduction is presented by Erna Lesky, "Die Zeugungs- und Vererbungslehren der Antike und ihr Nachwirken", *Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Abhandl. d. geistes- u. sozialwiss. Kl.* 1950, 19, (Mainz, 1951).

8. Cf. Paul Diepgen, *Die Frauenheilkunde der Alten Welt*. Handbuch der Gynäkologie, 3. Aufl., hrsg. von W. Stoeckel, vol. 12, 1, (München, 1937), p. 160.

The Embryology of Yūḥannā ibn Māsawaih

Ursula Weisser*

ABŪ ZAKARIYYĀ' Yūḥannā ibn Māsawaih was an important figure in the transmission of ancient medicine and science in general to the Arabs.[1] Born about 161/777 as son of a Christian physician working at the famous Syro-Persian medical center in Gondēshāpūr, he came to the ᶜAbbasid capital Baghdad when his father Māsawaih had to leave Gondēshāpūr because of some internal quarrel.[2] In Baghdad, and later on in Samarra, Ibn Māsawaih served as director of hospitals and personal physician to the caliph al-Ma'mūn and his three successors al-Muᶜtaṣim, al-Wāthiq and al-Mutawakkil, and was held in high esteem at the court. By al-Ma'mūn, he was charged with the organization and supervision of the translation of scientific books into Arabic,[3] but apparently he did not take part in the translating itself.

Besides his official activities, Ibn Māsawaih promoted the scientific life of his time by holding much frequented meetings where all branches of ancient science were discussed, and he gathered around him a great number of disciples, among them Ḥunain ibn Isḥāq. To judge from the anecdotes reported about him, Ibn Māsawaih must have been a person of short temper and a quick but rather poignant wit.

About his practical talents as a physician, the opinions of his biographers are somewhat divided, but he surely was a prolific writer on medicine. According to Arabic bibliographers, he composed two medical handbooks and more

* Institut für Geschichte der Medizin der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Bismarckstr. 6, D-8520 Erlangen, W. Germany.

1. As to his life and writings, cf. Ibn Juljul, *K. Ṭabaqāt al-aṭibbā' wa-l-ḥukamā'*, ed. Fu'ād Sayyid (Le Caire, 1955), p. 65 f.; Ibn al-Nadīm, *K. al-Fihrist*, ed. Gustav Flügel (Leipzig, 1871-1872), vol. I, pp. 295-296; Ṣāᶜid al-Andalusī, *K. Ṭabaqāt al-umam*, ed. Louis Cheikho (Beyrouth, 1912), p. 36; Ibn al-Qifṭī, *Ta'rīkh al-ḥukamā'*, ed. Julius Lippert (Leipzig, 1903), pp. 380-391; Ibn Abī Uṣaibiᶜa, *ᶜUyūn al-anbā' fī ṭabaqāt al-aṭibbā'*, ed. August Müller (Königsberg, Kairo, 1882-1884), vol. I, pp. 175-183; Barhebraeus, *Ta'rīkh mukhtaṣar al-duwal* (Bairūt, 1958), pp. 131-132. See also Lucien Leclerc, *Histoire de la médecine arabe* (Paris, 1876), vol. I, pp. 105-111; Fuat Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums* ("*GAS*"; Leiden, 1967 ff.), vol. III, pp. 231-236; Manfred Ullmann, *Die Medizin im Islam*, Handbuch der Orientalistik, I. Abt., Erg.-Bd. VI,1, (Leiden, Köln, 1970), pp. 112-115; Curt Prüfer and Max Meyerhof, "Die Augenheilkunde des Jūḥannā b. Māsawaih (777-857 n. Chr.)", *Islam*, 6 (1916), 219; Paul Sbath, "Le Livre de l'eau d'orge de Youhanna ben Massawaih, grand savant et célèbre médecin chrétien mort en 857", *Bulletin de l'Institut d'Egypte*, 21 (1938-1939), 14-19.

2. Cf. Ibn Abī Uṣaibiᶜa, *ᶜUyūn*, vol. I, p. 171 f; Leclerc, *Histoire*, vol. I, p. 103.

3. Ibn Juljul and, relying on him, Ṣāᶜid, Ibn al-Qifṭī, Ibn Abī Uṣaibiᶜa and Barhebraeus state – erroneously, as it would seem – that it was in fact al-Hārūn who appointed him director of the activities of translation.

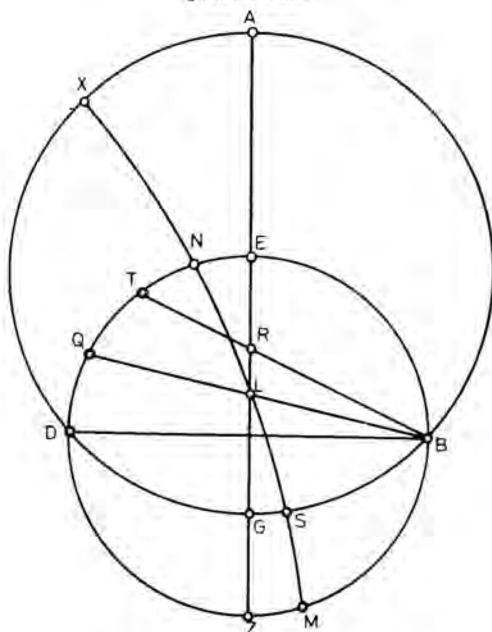


Fig. 3

or indirect sources used by the Alphonsine author. If the *Libro del astrolabio llano* is not a translation, it is obvious that its author must have used other sources as well, not least since Maslama's notes are not a complete treatise on the construction and use of the astrolabe. If future evidence establishes that the Alphonsine book is a translation from the Arabic, I believe that the source of the translation might be Ibn al-Samḥ's lost book on the construction of the astrolabe:[25] one should remember that Ibn al-Samḥ (d. 426/1035) and Ibn al-Ṣaffār (d. 426/1035) were Maslama's principal disciples, and that the former may have made extensive use of his master's work on the construction of the astrolabe; on the other hand, Ibn al-Samḥ was an author well known to the astronomers of the Alphonsine court.[26]

25. Fuat Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums* (Leiden, 1978), Vol. 5, p. 249; José Millás Vallicrosa, "Los primeros tratados de astrolabio en la España árabe", *Revista del Instituto Egipcio de Estudios Islâmicos en Madrid* 3 (1955), 48.

26. Thus, for example, they translated Ibn al-Samḥ's treatise on the equatorium under the title: *Libro de las lâminas de las VII planetas*. Ed. Rico III, pp. 241-271.

Acknowledgements: this paper has received useful suggestions from my master Juan Vernet (Universidad de Barcelona) and my friend and colleague Maria Asunción Catalá (Universidad de Barcelona). I have been able to see Kasten and Nitti's edition of the Alphonsine Royal Manuscripts thanks to the kindness and generosity of my friend Pedro M. Cátedra (Universidad Autónoma de Barcelona). Dr. David A. King (New York University) corrected the English version of this paper. To all of them my deepest thanks.

and Maslama's notes on the *Planisphaerium*[19] use 24^0 as the value for the obliquity of the ecliptic, although this parameter is also used (together with $23;51^0$ and $23;51,20^0$) in the *Planisphaerium*:[20] Ptolemy's explicit motivation for using $\epsilon = 24^0$ is the fact that 24 has divisors in common with 30 (2,3 and 5), and consequently the same number of divisions can be used for zodiacal signs and equatorial degrees.[21]

If we continue reading the Alphonsine book, Chapter 9, "De cuemo deuen ser fechos los azimut", contains supplementary evidence of Maslama's influence. Let us compare the beginnings of both the Castillian text and Maslama's text on this construction:

Partirás el cerco dell orizon assi cuemo partiste el cerco de los signos en aquellas tres maneras, salvo ende que fagas, en logar de la declinacion general, toda la altura de la cabeça de aries en aquella villa pora do es fecha la tabla.[22]

وأما قسمة دائرة الافق بثلثمائة وستين جزءاً لمعرفة سمت الشمس في اي وقت اخذت قياسه فالعمل في ذلك كالعمل في دائرة البروج بالاوجه الثلثة فأما الوجه الاول فهو أن تعلم كم ميل دائرة افقك عن معدل النهار[23]

I do not think that we can say the Alphonsine passage is a translation of Maslama's but there are enough common elements in the two texts to suggest an influence. One of them is important: the Castillian text clearly alludes to three different constructions used to establish the division of the ecliptic, something we find in Maslama's notes but not in the *Libro del astrolabio llano*. The latter contains, as we have seen, only one of Maslama's constructions. This evidence is reaffirmed if we study the construction used in Chapter 9 of this book in order to divide the projection of the horizon according to azimuthal angles. This is again one of the three constructions described by Maslama for the same purpose, and is the exact parallel of the previously described method to divide the projection of the ecliptic:

Let $ABGD$ be the projection of the horizon and $EBZD$ that of the equator (Fig. 3). Let us take arc DT equal to the colatitude and divide it into two halves so that $DQ = QT$. Then we draw BQ to intersect diameter ZE in point L (which will not be the projection of the zenith: this last point would be determined, as Maslama explicitly states, by the intersection of ZE and BT at R). Let us then take arc $EN = ZM$ with an arbitrary value: arc $XNLSM$ (which is not the projection of a vertical circle), going through the previously established points N,L, and M, will determine points X and S on the projection of the horizon. The same system is to be used until we have divided in this way the whole of the circle $ABGD$.[24]

I think this is enough to suggest that Maslama's notes are one of the direct

19. See above n. 13.

20. Ed. Heiberg chapter 1, p. 229 (23;51°); chapter 4, p. 234 (23;51,20°); chapter 20, p. 259 (24°).

21. Cf. O. Neugebauer, "The Early History of the Astrolabe: Studies in Ancient Astronomy IX", *Isis* 40 (1949), 248.

22. Rico, *Libros* II, pp. 236-237.

23. Vernet-Catalá, *Maslama* p. 24

24. Rico, *Libros* II, pp. 236-237; Vernet-Catalá, *Maslama* pp. 24-25, 35-36.

The role of point Q becomes clear if we take into consideration a theorem previously demonstrated by Maslama: great circles GZA (the ecliptic) and GBA (the equator) (Fig. 2) intersect in points G and A, and their respective poles are F and E. We draw the great circle GWA which goes through points G and A and divides arc BZ into two halves at point W. If we draw the arc of a great circle $QNYM$ it can easily be proved (as is done by Maslama) that $GN = GM$.[14] Therefore, it becomes evident that in the Alphonsine construction (Fig. 1) point Q is not the projection of the northern pole of the ecliptic, and that arc $PLQNM$ is not an arc of a great circle orthogonal to the ecliptic, but that the purpose of the construction is attained as points N and P are effectively the beginnings of Gemini and Sagittarius on the astrolabe. Maslama's influence, here, seems fairly clear.

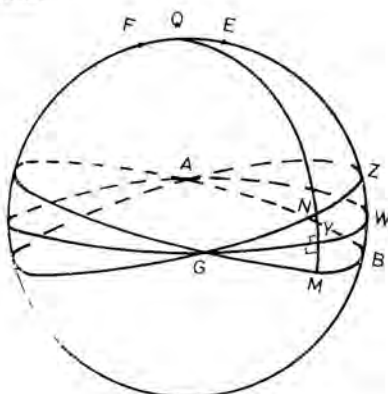


Fig. 2

This first impression receives a slight confirmation if we consider Chapter 6 of the Alphonsine book, "De cuemo se deuen poner las estrellas fixas en la red", concerned with the projection of the fixed stars on the spider of the astrolabe, given their equatorial coordinates.[15] Maslama describes three different constructions for that purpose, one of which is the same as the Alphonsine construction.[16] Nevertheless, the evidence here is less conclusive: Chapter 1 of Ptolemy's *Planisphaerium* solves in the same way the problem of finding the stereographic projection of a point if one knows its right ascension and declination.[17] One should also bear in mind that both the Alphonsine book[18]

14. Vernet-Catalá, *Maslama*, pp. 22-23 and 30-32.
15. Rico, *Libros*, II, pp. 233-234.
16. Vernet-Catalá, *Maslama* pp. 25 and 37.
17. Ed. Heiberg pp. 229-230; cf. Neugebauer, *H.A.M.A.*, Vol. 2, p. 861.
18. Rico, *Libros* II, pp. 230-231 and 275.

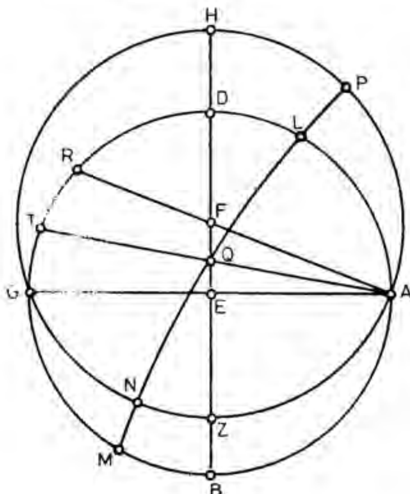


Fig. 1

would be an arc of a great circle orthogonal to the ecliptic. The construction would then be similar to the one described in Chapter 15 of Ptolemy's *Planisphaerium*.[11] Nevertheless, Maslama's notes on Ptolemy's work shed some light on the question. This Andalusian author describes three different constructions, the purpose of which is the division of the ecliptic into signs and degrees. The third of these constructions coincides precisely with the Alphonsine one, with one addition: Maslama takes arc GR as the double of the obliquity (*sic* for the obliquity) and determines point F which he identifies with the pole of the ecliptic, whilst point Q is defined as being "the pole of the great circle which intersects the equator at points A and G[12] and which divides the arc between the two solstices [*sic*: one should understand, as Vernet and Catala do, half the distance between the two solstices] into two halves[13]

(قطب لدائرة عظيمة تقاطع مع دائرة معدل النهار على نقطتي آب وتقسم ما بين المنقلبين بنصفين)

11. Cf. J. L. Heiberg, *Claudii Ptolemaei Opera quae exstant omnia. II. Opera Astronomica Minora* (Leipzig, 1907), pp. 251-252; and O. Neugebauer, *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (Berlin, Heidelberg, New York, 1975), Vol. 2, p. 866. The great circle orthogonal to the ecliptic is determined by three points: one is the projection of the northern pole of the ecliptic, whilst the other two are two diametrically opposite points on the ecliptic.

12. *B* in the Arabic text: my change is prompted by the need to adapt Maslama's letters to the Alphonsine illustration.

13. Vernet-Catalá, *Maslama*, pp. 23 and 32. See also pp. 24 and 33 where a similar expression appears: the obliquity of the ecliptic (24°) is defined as the distance between the two solstices.

is probably the notes written by Maslama al-Majrīṭī (d. ca. 398/1007) on Ptolemy's *Planisphaerium*.[5]

The two books on the plane astrolabe[6] are concerned with the construction (24 chapters) and use (58 chapters) of this instrument. Nothing is said in the text concerning the sources used (we do not know if the two books under consideration are translations or original works), the name of the author or translator, nor the date of the original compilation. Nevertheless, some information can be gathered from the prologue. In it we find a reference to two previous Alphonsine translations, namely, the treatise on the sphere[7] – translated literally by Yehūdah b. Mōsheh and Johan Daspa in 1259, revised with additions in 1277–, and the treatise on the fixed stars[8] – translated in 1256 by Yehūdah b. Mōsheh and Guillem Arremon Daspa; a corrected version was made in 1276 with the collaboration of Yehūdah b. Mōsheh, Samuel ha-Levi, John of Mesina and John of Cremona. From these references we can say that the two books on the plane astrolabe were written after 1259,[9] and we may perhaps question whether the famous Yehūdah b. Mōsheh was associated with the translation or compilation of the two books, since in the previous works referred to he appears always as the main translator.

The Alphonsine book on the construction of the plane astrolabe is usually concise, clear, and correct. This is why one is surprised to encounter in Chapter 5 the remark: "De cuemo deue ser partido el cérculo de los signos", concerned with the division of the ecliptic of the astrolabe into signs and degrees. The construction described is the following:

Let $ABGD$ (Fig. 1) be the equator and $AZGH$ the ecliptic. One takes arc GT "tamanno cuemo la meatad de la declinación general", that is, equal to half the obliquity of the ecliptic. Line AT determines point Q on the meridian line BED. Then one takes arcs $DL = MB = 30^0$ on the equator and draws arc LQM which determines, on the projection of the ecliptic, points N and P. These will correspond to the beginnings of Gemini and Sagittarius.[10]

The first impression made when one reads the Alphonsine text is that arc GT should be equal to the obliquity of the ecliptic and not to half of it; point Q would then be the projection of the northern pole of the ecliptic and $PLQNM$

5. Partially edited by J. Vernet and M. A. Catalá, "Las obras matemáticas de Maslama de Madrid", *Al-Andalus* 30 (1965), 15-45.

6. Rico, *Libros* II (Madrid, 1863), pp. 225-292.

7. Rico, *Libros* I (Madrid, 1863) pp. 153-208. On the Arabic original of this work see W. H. Worrell, "Qusta ibn Luqa on the Use of the Celestial Globe", *Isis* 35 (1944), 285-293.

8. Rico, *Libros* I, pp. 1-145. See especially pp. 12 and 142. On this Alphonsine work cf. also O. J. Tállgren, "Los nombres árabes de las estrellas y la transcripción alfonsina", *Homenaje a R. Menéndez Pidal* (Madrid, 1925), Vol. 2, 634-718.

9. Therefore the translation or compilation of this work seems to correspond to a date after the period c. 1243-1259 considered by Romano (see the paper quoted in n. 4) as the period of translations previous to the elaboration of the *Alphonsine Tables*.

10. Rico, *Libros* II, pp. 232-233.

Maslama al-Majrīṭī and the Alphonsine Book on the Construction of the Astrolabe

JULIO SAMSÓ*

THE ALPHONSINE astronomical and astrological works have an obvious interest and importance for historians of Arabic science, not only because they sometimes provide translations of lost Arabic originals, but also because they bear witness to the diffusion of Arabic astronomical books which were being translated into Romance languages in the thirteenth century. The new technical vocabulary appearing in Spanish during the Alphonsine period is strongly influenced by the Arabic language,[1] so much so that the Alphonsine astronomical prose is occasionally difficult to understand unless the reader mentally translates some expressions back into Arabic. Unfortunately, these Alphonsine books have not lately attracted the interest of scholars – with the exception, perhaps, of the *Alphonsine Tables*.[2] Many of the Arabic sources of the *Libros del Saber de Astronomía*[3] have not yet been established,[4] and the purpose of this paper is to make a modest contribution to the solution of this problem by showing that one of the direct or indirect sources used for the compilation of the first of the two Alphonsine books on the plane astrolabe

* Facultad de Letras, Universidad Autònoma de Barcelona, Bellaterra (Barcelona), Spain.

1. See J. Millás Vallicrosa, "El literalismo de los traductores de la corte de Alfonso el Sabio", *Al-Andalus* 1 (1933), 155-187 (partial reprint in *Estudios sobre Historia de la Ciencia Espanola* (Barcelona, 1949), pp. 349-358); Georg Bossong, *Probleme der Übersetzung wissenschaftlicher Werke aus dem Arabischen in das Altspanische zur Zeit Alfons des Weisen*, Beihefte zur Zeitschrift für Romanische Philologie, Band 169, (Tübingen: Max Niemeyer Verlag, 1979).

2. Among recent works on these tables see Richard Harper, "The Astronomical Tables of William Rede", *Isis* 66 (1975), 369-378; Owen Gingerich and Barbara Welther, "The Accuracy of the Toledan Tables", *Prismata: Festschrift für Willy Hartner* (Wiesbaden, 1977), 151-163; J.D. North, "The Alfonsine Tables in England", *Prismata* pp. 269-301.

3. Ed. by Manuel Rico y Sinobas in 5 vols. Madrid, 1863-1867; a new edition in microfiche has appeared recently: see Lloyd Kasten and John Nitti, *Concordances and Texts of the Royal Scriptorium Manuscripts of Alfonso X, el Sabio*. (Madison: The Hispanic Seminary of Medieval Studies, 1978). The latter edition contains not only the Alphonsine astronomical works published by Rico y Sinobas but also previously unedited material. Unfortunately its usefulness for historians of medieval astronomy is somewhat limited as the editors have decided to omit geometrical figures as well as numerical tables. For that reason I am using here only Rico's edition.

4. A recent survey of this problem can be seen in David Romano, "Le opere scientifiche di Alfonso X e l'intervento degli ebrei", *Oriente e Occidente nel Medioevo: Filosofia e Scienze*, (Roma: Academia Nazionale dei Lincei, 1971), pp. 677-711.

Journal for the History of Arabic Science

JOURNAL FOR THE HISTORY OF ARABIC SCIENCE

Published bi-annually, Spring and Fall, by the Institute for the History of Arabic Science (IHAS).

Manuscripts and all editorial material should be sent in duplicate to the Institute for the History of Arabic Science (IHAS), University of Aleppo, Aleppo, Syria.

All other correspondence concerning subscription, advertising and business matters should also be addressed to the Institute (IHAS). Make checks payable to the *Syrian Society for the History of Science.*

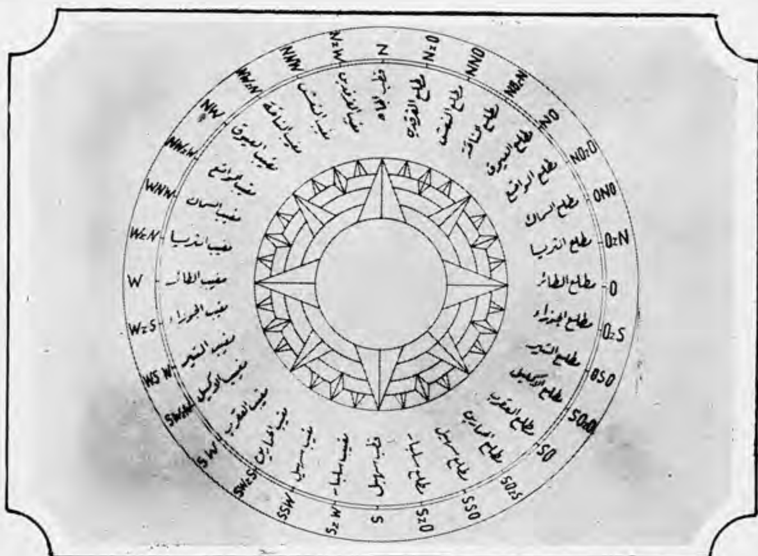
ANNUAL SUBSCRIPTION RATES:

Volumes 1 & 2 (1977 & 1978)	
Registered surface mail	$ 6.00
Registered air mail	$10.00
Volumes 3 & 4 (1979 & 1980)	
Registered surface mail (all countries)	$10.00
Registered air mail:	
Arab World & Europe	$12.00
Asia & Africa	$15.00
USA, Canada & Australia	$17.00

Printed in Syria
Aleppo University Press

ISSN 0379-2927

JOURNAL for the HISTORY of ARABIC SCIENCE



مجلة تاريخ العلوم العربية

ol. 4
o. 1
1980

University of Aleppo

Institute for the History of Arabic Science

Aleppo - Syria